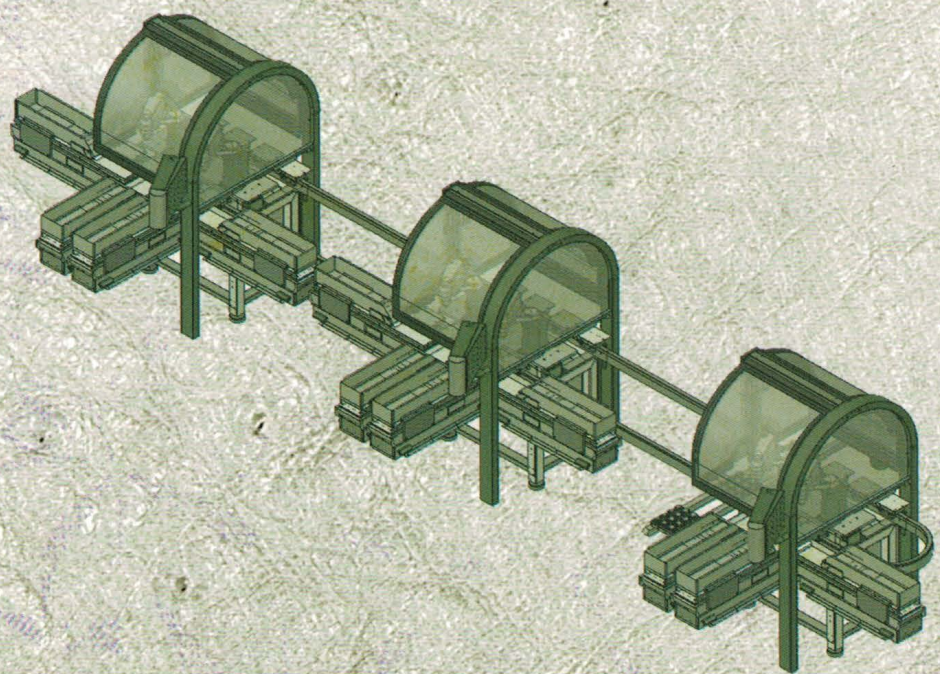
机械零部件设计与实用数据速查丛书

连接零部件设计与实用数据速查

于惠力　冯新敏　编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机械零部件设计与实用数据速查丛书

连接零部件设计与实用数据速查

于惠力　冯新敏　编著

机 械 工 业 出 版 社

本书是为解决读者学习连接零部件设计方法与实用数据速查问题而编写的，全书共分4章，包括螺纹连接；键、花键、销和无键连接；铆接、焊接、胶接和过盈连接；螺旋传动等几部分常用的连接零部件。

本书概括介绍了常用连接零部件的基本设计理论及方法，广泛收集了常用连接零部件的实用设计数据，包括最新的国家标准及各种现行的设计标准。使用本书可以不必翻阅大量的手册及图册，即能解决连接零部件的设计方法及数据速查问题。书中结合工程设计实例，详细叙述了各种连接零部件的设计方法，并说明进行数据速查的详细过程，使读者通过本书能在短时间内学会各种连接零部件的设计，快速查找所需数据，尤其是国家标准的数据，实用性强。

本书可为工程技术人员和大专院校师生进行常用连接零部件的设计速查提供必要的参考，同时还可作为新标准的连接件手册使用，也可作为高等工业学校机械类、近机类和非机类专业学习“机械设计”、“机械设计基础”及进行课程设计、毕业设计的参考资料。

图书在版编目（CIP）数据

连接零部件设计与实用数据速查/于惠力，冯新敏编著. —北京：机械工业出版社，2010.12
（机械零部件设计与实用数据速查丛书）
ISBN 978-7-111-32476-8

Ⅰ.①连… Ⅱ.①于… ②冯… Ⅲ.①机械元件-机械设计 Ⅳ.① TH13

中国版本图书馆CIP数据核字（2010）第219197号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）
策划编辑：黄丽梅 责任编辑：李建秀
版式设计：霍永明 责任校对：吴美英
封面设计：赵颖喆 责任印制：**李妍**
北京京丰印刷厂印刷
2011年1月第1版·第1次印刷
169mm×239mm·29.5印张·591千字
0 001—4 000册
标准书号：ISBN 978-7-111-32476-8
定价：49.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务 策划编辑：（010）88379770
社服务中心：（010）88361066 网络服务
销 售 一 部：（010）68326294 门户网：http://www.cmpbook.com
销 售 二 部：（010）88379649 教材网：http://www.cmpedu.com
读者服务部：（010）68993821 **封面无防伪标均为盗版**

前　言

为了使读者不必翻阅大量的手册而在较短的时间内学会常用零部件的设计方法及数据速查问题，我们编写了《机械零部件设计与实用数据速查丛书》，《连接零部件设计与实用数据速查》是其中的一本。

全书共分4章。书中以图表等形式给出了相应的连接零部件设计所需要的内容。内容包括：基本设计理论及方法、实用设计数据、设计与数据速查实例(含结构设计)、数据速查方法等。在编写中，基本设计理论及方法部分我们尽量做到简单扼要，概括了传动零部件的基础理论和设计的基本方法；实用设计数据部分我们广泛收集了常用连接零部件的实用设计数据，包括最新的国家标准及各种现行的设计标准，尽量做到新而全，使读者使用本书即可解决连接零部件的数据速查问题，从而避免了翻阅大量的手册。设计与数据速查实例以例题的形式，详细地给出了各种连接零部件的设计计算过程、设计数据的详细查找方法及应注意的问题。结构设计速查给出了一些连接零部件结构设计的常见设计错误，有利于提高工程技术人员在结构设计方面的能力。

本书力求做到精选内容，联系实际，叙述简明，便于自学。

本书内容可自成体系，将常用连接零部件的设计方法、设计实例、设计标准及标准速查合为一体，避免了机械工程设计人员需要翻阅大量的理论书籍、设计手册和图册方可进行连接零部件设计的障碍，便于读者在较短的时间内尽快地深入掌握常用连接零部件的设计方法和设计数据速查问题。

本书为机械工程设计人员和大专院校师生进行各种连接零部件的设计方法和设计数据速查提供了必要的参考，也可作为高等工业学校机械类、近机类和非机类专业学习“机械设计”、“机械设计基础”和进行相关课程设计、毕业设计等作为必要的设计参考资料。

本书由于惠力（第1章、第2章）、冯新敏（第3章、第4章）编写。

由于编者水平有限，时间仓促，不妥之处在所难免，殷切希望广大读者对书中的错误和欠妥之处提出批评指正。

编　者

目　　录

前言
第 1 章　螺纹连接 …… 1
1.1　基本设计理论及设计方法 …… 1
1.1.1　螺纹连接的分类 …… 1
1.1.2　螺纹紧固件的常用材料和力学性能等级 …… 3
1.1.3　螺纹公差及精度的选用方法 …… 6
1.1.4　螺纹连接的拧紧和防松 …… 7
1.1.5　螺栓组连接的结构设计和受力分析 …… 11
1.1.6　螺栓组连接的强度计算 …… 13
1.1.7　提高螺纹连接强度的措施 …… 19
1.2　螺纹连接的实用设计数据 …… 23
1.2.1　螺纹的分类及其标准 …… 23
1.2.2　螺纹零件的结构要素 …… 148
1.2.3　螺纹连接件的分类及其标准 …… 153
1.3　设计计算实例 …… 222
1.3.1　受力分析和强度计算 …… 222
1.3.2　结构设计 …… 241
第 2 章　键、花键、销和无键连接 …… 246
2.1　基本设计理论及设计方法 …… 246
2.1.1　键连接的应用及类型特点 …… 246
2.1.2　平键连接的设计计算方法 …… 248
2.1.3　花键连接的设计计算方法 …… 250
2.1.4　销连接的用途分类及计算方法 …… 250
2.1.5　无键连接的分类及应用 …… 252
2.2　键、花键和销连接的实用设计数据 …… 253
2.2.1　平键连接的设计数据 …… 253
2.2.2　花键连接的设计数据 …… 273
2.2.3　销连接的设计数据 …… 294
2.2.4　极限偏差与配合设计数据 …… 322
2.3　设计实例及数据速查 …… 379
2.3.1　键连接 …… 379
2.3.2　销连接 …… 392
第 3 章　铆接、焊接、胶接和过盈连接 …… 396

3.1　铆接基本设计理论及设计方法 …… 396
3.1.1　铆接原理及应用 …… 396
3.1.2　铆缝的破坏形式 …… 397
3.1.3　铆接铆缝的设计计算方法概述 …… 398
3.2　焊接基本设计理论及设计方法 …… 399
3.2.1　焊接类型、特点及应用 …… 399
3.2.2　焊缝的受力及焊接件设计要点 …… 399
3.3　胶接基本理论及设计方法 …… 400
3.3.1　胶接特点及应用 …… 400
3.3.2　胶接接头的主要型式 …… 402
3.3.3　胶接的结构设计要点 …… 402
3.4　过盈连接基本理论及设计方法 …… 402
3.4.1　过盈连接的原理与特点 …… 402
3.4.2　过盈连接的装配方法 …… 403
3.4.3　过盈连接的设计计算 …… 403
3.5　铆接、焊接、胶接和过盈连接的设计数据 …… 406
3.5.1　铆接的设计数据 …… 406
3.5.2　焊接的设计数据 …… 417
3.5.3　过盈连接设计数据 …… 419
3.6　设计计算实例 …… 423
3.6.1　铆接设计实例 …… 423
3.6.2　焊接设计实例 …… 427
3.6.3　过盈连接设计实例 …… 433
第4章　螺旋传动 …… 440
4.1　基本理论及设计方法 …… 440
4.1.1　螺旋传动的用途和分类 …… 440
4.1.2　滑动螺旋传动的设计方法 …… 443
4.1.3　滚动螺旋传动 …… 446
4.1.4　静压螺旋传动 …… 447
4.2　螺旋传动的实用设计数据 …… 448
4.2.1　常用螺旋传动的材料性能及尺寸公差 …… 448
4.2.2　滑动螺旋传动的许用应力 …… 449
4.3　螺旋传动的设计实例 …… 455
4.3.1　差动螺旋传动的设计实例 …… 455
4.3.2　滑动螺旋传动的设计速查实例 …… 457
参考文献 …… 466

第1章　螺 纹 连 接

1.1　基本设计理论及设计方法

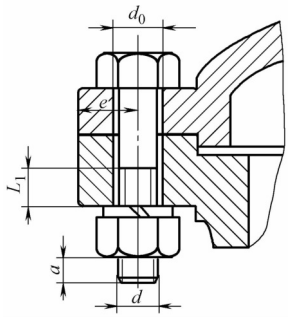
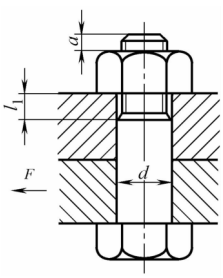
为了满足机器的制造、安装、运输、调整和维修等功能，必须将许多零部件通过一定的方式连接起来，连接分为可拆连接和不可拆连接两大类，可拆连接应用最广。利用螺纹零件构成的可拆连接称之为螺纹连接。螺纹连接是可拆连接中应用最广、最重要的一种连接方式，因此设计者必须了解常用的螺纹连接的分类、特点和应用场合，掌握连接设计的基本理论和基本设计方法。

1.1.1　螺纹连接的分类

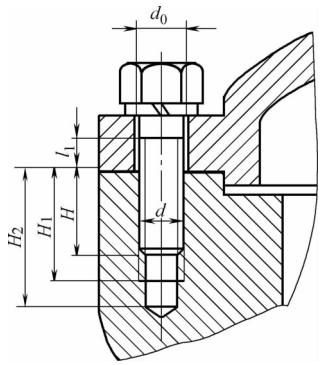
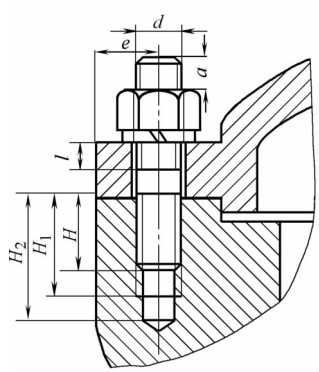
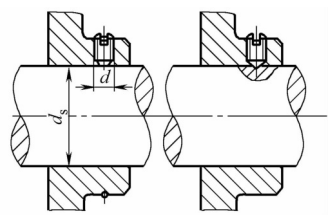
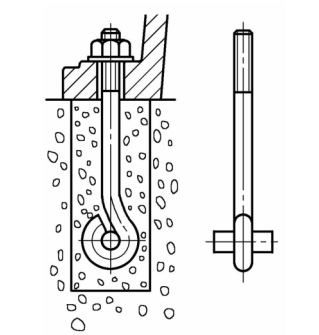
螺纹连接根据其结构可分为四种基本类型，即螺栓连接、螺钉连接、双头螺柱连接和紧定螺钉连接；两个特殊类型，即地脚螺栓连接与吊环螺栓连接。

主要几种螺纹连接的结构形式、特点和应用列于表1-1。

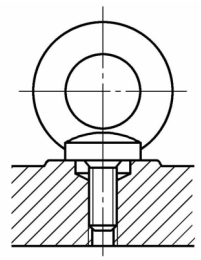
表1-1　螺纹连接的结构形式、特点和应用

类型	结构形式		主要尺寸关系	特点和应用
螺栓连接	普通螺栓连接		1）螺纹余留长度 l_1 ①受拉螺栓连接 静载荷 $l_1 \geqslant (0.3 \sim 0.5)d$ 变载荷 $l_1 \geqslant 0.75d$ 冲击、弯曲载荷 $l_1 \geqslant d$ ②受剪螺栓连接 l_1 尽可能小 2）螺纹伸出长度 $a \approx (0.2 \sim 0.3)d$ 3）螺栓轴线到被连接件边缘的距离 $e = d + (3 \sim 6)\text{mm}$	螺栓连接用于被连接件可制通孔的场合 1）普通螺栓连接也称受拉螺栓连接，用于被连接件不太厚并且能够穿透的场合。普通螺栓的螺杆带钉头，通孔为钻孔，因此加工精度要求低；钻孔的孔径比螺栓的外径要大，螺杆穿过通孔与螺母配合使用，拧紧螺母时，因装配后孔与杆间有间隙，所以螺栓受拉。普通螺纹连接结构简单，装拆方便，使用时，不受被连接件的材料限制，可多次装拆，应用非常广泛 2）铰制孔光制螺栓连接也称受剪螺栓连接，螺栓杆和螺栓孔采用基孔制过渡配合（H7/m6，H7/n6），能精确固定被连接件的相对位置，承受横向载荷，但孔的加工精度要求高，需钻孔后铰孔，因此加工费用较高，一般用于精密螺栓连接，也可作定位用螺栓
	铰制孔光制螺栓连接			

（续）

类型	结构形式	主要尺寸关系	特点和应用
螺钉连接		1）螺纹旋入深度 H 钢或青铜 $H \approx d$ 铸铁 $H \approx (1.25 \sim 1.5)d$ 铝合金 $H \approx (1.5 \sim 2.5)d$ 2）螺纹孔深度 $H_1 \approx H + (2 \sim 2.5)P$ 3）钻孔深度 $H_2 = H_1 + (0.5 \sim 1)d$ 式中　P——螺距 l_1、a、e 同上	螺钉连接不用螺母，直接将螺钉拧入被连接件的螺纹孔内，螺钉连接适于被连接件之一较厚（此件上带螺纹孔）的场合，但是由于经常拆卸容易使螺纹孔损坏，所以用于不需经常装拆的地方或受载较小的情况
双头螺柱连接			双头螺柱连接适于被连接件之一较厚（此件上带螺纹孔）并且经常拆卸的场合，双头螺柱的螺杆两端无钉头，但均有螺纹，装配时一端旋入被连接件，另一端配以螺母，因为拆装时只需拆螺母，而不将双头螺栓从被连接件中拧出，因此可以保护被连接件的内螺纹
紧定螺钉连接		$d \approx (0.2 \sim 0.3)d_s$ 式中　d_s——轴径，转矩大时取大值	紧定螺钉拧入后，利用杆末端顶住另一零件表面或旋入零件相应的缺口中以固定零件的相对位置。可传递不大的轴向力或转矩，多用于轴上零件的固定
地脚螺栓连接		地脚螺栓连接也有好多种类型，详见 GB/T 799—1988	机座或机架固定在地基上，需要特殊螺钉，即地脚螺钉，其头部为钩形结构，预埋在水泥地基中，连接时将机座或机架的地脚螺栓孔置于地脚螺栓露出的栓杆中，然后再用螺母固定

（续）

类型	结构形式	主要尺寸关系	特点和应用
吊环螺栓连接		分为A型（如左图所示，无退刀槽）和B型（有退刀槽）两种结构，详见（GB/T 825—1988）	吊环螺栓连接通常用于机器的大型顶盖或外壳的吊装，例如减速器的上箱体，为了吊装方便，可用吊环螺钉连接

1.1.2 螺纹紧固件的常用材料和力学性能等级

螺纹紧固件的常用材料一般可采用低碳钢或中碳钢，如Q235、Q215和45、35、15、10钢等。在承受冲击、振动和变载荷的情况下，可用合金钢，如40Cr、15MnVB、30CrMnSi等。目前，高强度螺栓的应用越来越广泛，它是继铆接、焊接之后应用的一种新型钢结构连接形式，具有施工安装迅速、连接安全可靠等优点，特别适用于承受动力载荷的重型结构的机械上。目前国外已广泛用于桥梁、起重机、飞机等的主要受力构件的连接。当有防腐蚀或导电等要求时，可采用铜或其他非铁金属作螺纹紧固件，近年来还发展了高强度塑料螺栓和螺母。选用时应注意：螺母材料一般比相配的螺栓材料的硬度低20～40HBW，目的是减少螺栓的磨损。

国家标准规定螺纹紧固件按材料的力学性能分出等级，详见表1-2的螺栓、螺柱、螺钉的力学性能等级（摘自GB/T 3098.1—2000）和表1-4相配螺母的力学性能等级（摘自GB/T 3098.2—2000）。螺栓、螺柱、螺钉的力学性能等级分为十级，自3.6～12.9（见表1-2）。近似计算为：小数点前的数字代表材料抗拉强度的1/100（即为$\sigma_{bmin}/100$），小数点后的数字代表材料的屈服强度与抗拉强度之比值（屈强比）的10倍（即为$10\sigma_{smin}/\sigma_{bmin}$）。此处$\sigma_b$为材料的抗拉强度，$\sigma_s$为屈服强度，单位均为MPa。例如：某螺纹紧固件的力学性能等级为4.8：其中的$4=\sigma_b/100$，所以材料的抗拉强度为：$\sigma_b=4\times100\text{MPa}=400\text{MPa}$；8代表材料的屈服强度与抗拉强度之比的10倍，即：$8=10(\sigma_{smin}/\sigma_{bmin})$，所以$\sigma_s=(8\div10)\times\sigma_b=0.8\times400\text{MPa}=320\text{MPa}$。

相配螺母的力学性能等级见表1-4。常用紧固件的每个品种都规定了具体力学性能等级，设计时，可先选好材料的力学性能等级，再计算或由表1-2查出材料的σ_b及σ_s值。规定力学性能等级的螺栓、螺母等在图样上只标注力学性能等级，不标出材料牌号，因为同一材料经过不同的热处理后会得到不同的强度。表1-3为适合各种力学性能等级的材料及热处理。

国家标准还将螺纹紧固件产品按公差等级分成 A、B、C 三级，A 级的公差等级最高，用于要求配合精确等重要场合，C 级公差等级较低，多用于一般螺栓连接。

表 1-2　螺栓、螺柱、螺钉的力学性能等级

		力学性能等级①										
								8.8				
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	($d \leqslant 16$) /mm	($d > 16$) /mm	9.8	10.9	12.9
公称抗拉强度 σ_b/MPa		300	400		500		600	800		900	1000	1200
最小抗拉强度 σ_{bmin}/MPa		330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
维氏硬度 HV ($F \geqslant 98N$)	min	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
	max	220					250	320	335	360	380	435
布氏硬度 HBW ($F \geqslant 30D^2$)	min	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
	max	209					238	304	318	342	361	414
洛氏硬度 HRC	min	—	—	—	—	—	—	22	23	28	32	39
	max	—	—	—	—	—	—	32	34	37	39	44
屈服强度 σ_s②或条件屈服强度 $\sigma_{0.2}$	公称	180	240	320	300	400	480	640	640	720	900	1080
	min	190	240	340	300	420	480	640	660	720	940	1080
保证应力 S_p	S_p/MPa	180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
	S_p/σ_s 或 $S_p/\sigma_{0.2}$	0.94	0.94	0.91	0.93	0.90	0.92	0.91	0.91	0.90	0.88	0.88
最小冲击吸收功 A_{KV}/J		—	—	—	25	—	—	30	30	25	20	15

注：推荐材料：3.6 级—低碳钢；4.6 ~ 6.8 级—低碳钢或中碳钢；8.8、9.8 级—低碳合金钢、中碳钢、淬火并回火；10.9 级—中碳钢，低、中碳合金钢，合金钢，淬火并回火；12.9 级—合金钢淬火并回火。

① 力学性能等级小数点前的数字代表材料公称抗拉强度 σ_b 的 1/100，小数点后的数字代表材料的屈服强度（σ_s）或条件屈服强度（$\sigma_{0.2}$）与公称抗拉强度（σ_b）之比的 10 倍[$10(\sigma_s/\sigma_b)$]

② 3.6 ~ 6.8 级为 σ_s，8.8 ~ 12.9 级为 $\sigma_{0.2}$。

表 1-3　适合各种力学性能等级的材料及热处理（摘自 GB/T 3098.1—2000）

性能等级	材料及热处理	化学成分（质量分数,%）					最低回火温度/℃
		C		P	S	B①	
		min	max	max	max	max	
3.6②	碳钢	—	0.20	0.05	0.06	0.003	—
4.6②		—	0.55	0.05	0.06	0.003	—
4.8②							
5.6		0.13	0.55	0.05	0.06	0.003	—
5.8②		—	0.55	0.05	0.06		
6.8②							

（续）

性能等级	材料及热处理	化学成分（质量分数,%）					最低回火温度/℃
		C		P	S	B①	
		min	max	max	max	max	
8.8③	低碳合金钢（如硼、锰或铬），淬火并回火或中碳钢，淬火并回火	0.15④	0.04	0.035	0.035	0.003	425
		0.25	0.55	0.035	0.035		
9.8	低碳合金钢（如硼、锰或铬），淬火并回火或中碳钢，淬火并回火	0.15④	0.35	0.035	0.035	0.003	425
		0.25	0.55	0.035	0.035		
10.9⑤、⑥	低碳合金钢（如硼、锰或铬），淬火并回火	0.15④	0.35	0.035	0.035	0.003	340
10.9⑥	中碳钢，淬火并回火或低、中碳合金钢（如硼、锰或铬），淬火并回火或合金钢淬火并回火⑦	0.25	0.55	0.035	0.035	0.003	425
		0.20④	0.55	0.035	0.035		
		0.20	0.55	0.035	0.035	0.003	
12.9⑥、⑧、⑨	合金钢，淬火并回火⑦	0.28	0.50	0.035	0.035	0.003	380

① 硼的质量分数可达0.005%，其非有效硼可由添加钛和（或）铝控制。

② 这些性能等级允许采用易切削钢制造，其硫、磷及铅的最大质量分数为：硫0.34%，磷0.11%，铅0.35%。

③ 为保证良好的淬透性，螺纹直径超过20mm的紧固件，需采用10.9级规定的钢。

④ 碳质量分数低于0.25%（桶样分析）的低碳硼合金钢的锰最低碳质量分数为：8.8级：0.6%；9.8级、10.9级和10.9级：0.7%。

⑤ 该产品应在性能等级代号下增加一横线标志。10.9级应符合表1-3对10.9级规定的所有性能，而较低的回火温度对其在提高温度的条件下，将造成不同程度的应力削弱。

⑥ 用于该性能等级的材料应具有良好的淬透性，以保证紧固件螺纹截面的心部在淬火后、回火前获得约90%的马氏体组织。

⑦ 合金钢至少应含有以下元素中的一种元素，其最小质量分数为：铬0.30%，镍0.30%，钼0.20%，钒0.10%。

⑧ 考虑承受抗拉应力，12.9级的表面不允许有金相能测出的白色磷聚集层。

⑨ 该化学成分和回火温度尚在调查研究中。

表1-4 相配螺母的力学性能等级

螺母力学性能等级	相配的螺栓、螺钉和螺柱		螺母	
			1型	2型
	力学性能等级	螺纹规格范围	螺纹规格范围	
4	3.6、4.6、4.8	>M16	>M16	—
5	3.6、4.6、4.8	≤M16	≤M39	—
	5.6、5.8	≤M39		
6	6.8	≤39	≤39	—
8	8.8	≤39	≤39	≤M16 ≤M39

（续）

螺母力学性能等级	相配的螺栓、螺钉和螺柱		螺　母	
			1 型	2 型
	力学性能等级	螺纹规格范围	螺纹规格范围	
9	9.8	≤M16	—	≤M16
10	10.9	≤M39	≤M39	—
12	12.9	≤M39	M16	≤M39

注：1. 一般来说，力学性能等级较高的螺母，可以替换力学性能等级较低的螺母。螺栓-螺母组合件的应力高于螺栓的屈服强度或保证应力。

2. 螺母的标记代号表示：标记的数等于与螺母相配的螺栓或螺钉的最小抗拉强度（N/mm^2）的 1/100。该螺栓或螺钉与螺母相配时，承受的载荷能达到最小屈服应力。例如：8.8 级螺栓或螺钉与 8 级螺母相配，其承载能力可达到螺栓或螺钉的最小屈服应力。

1.1.3　螺纹公差及精度的选用方法

国家标准规定，内螺纹的公差带为 G 和 H 两种，外螺纹的公差带为 e、f、g、h 四种。H 和 h 的基本偏差为零，G 的基本偏差为正值。e、f、g 的基本偏差为负值。内、外螺纹的配合最好选用 G/h、H/g 或 H/h。

内螺纹的小径和中径、外螺纹的大径和中径，应依精度和旋合长度的不同选用不同的公差带等级。螺纹常用的公差带等级为 4～8 级，精密的用 4～6 级，中等的用 7 级，粗糙的用 7～8 级。旋合长度有短、中、长之分，分别用 S、N、L 表示，中等旋合长度 N 可以省略，图样上不必标注。旋合长度长的，稳定性好且有足够的连接强度，但加工精度难于保证，螺距累积误差大，故其公差等级宜比旋合长度短的低一级，有关螺纹公差及精度的详细规定参阅《机械设计手册》。设计时，凡是螺纹在图样上一定要标注有关公差及精度。三角形右旋螺纹不必标出，如果是三角形普通粗牙螺纹正常螺距，则螺距不必标出。现举例说明螺纹公差及精度的图样标注方法：

1. 三角形外螺纹

公称直径为 10mm、螺纹为右旋、中径及顶径公差带代号均为 6g（6 为公差带等级）、螺纹旋合长度为 N 的粗牙普通螺纹标注为：M10—6g（右旋螺纹不标出；粗牙普通螺纹螺距不标出；旋合长度为中等长度 N 不标出）。

公称直径为 20mm、螺距为 2mm、螺纹为左旋、中径及顶径公差带代号分别为 5g、6g（5、6 为公差带等级）、螺纹旋合长度为 S 的三角形细牙螺纹标注为：M20×2LH—5g6g—S（左旋螺纹用英文字头 LH 表示）。

2. 三角形内螺纹

公称直径为 10mm、螺距为 1mm、螺纹为右旋、中径及顶径公差带代号均为 6H、螺纹旋合长度为 N 的三角形细牙内螺纹标注为：M10×1—6H（右旋螺纹不标

出；旋合长度为中等长度 N 不标出）。

3. 三角形螺纹副

公称直径为 20mm、螺距为 2mm、螺纹为右旋、内螺纹中径及顶径公差带代号均为 6H、外螺纹中径及顶径公差带代号均为 6g、螺纹旋合长度为 N 的三角形细牙螺纹的螺纹副标注为：M20×2—6H/6g（右旋螺纹不标出；旋合长度为中等长度 N 不标出）。

4. 梯形外螺纹

公称直径为 40mm、螺距为 7mm、螺纹为右旋、中径公差带代号为 7e、螺纹旋合长度为 N 的梯形外螺纹标注为：Tr40×7—7e。

公称直径为 40mm、螺距为 7mm、导程为 14mm、螺纹为左旋、中径公差带代号为 8e、螺纹旋合长度为 L 的梯形多头外螺纹标注为：Tr40×14(P7)LH—8e—L。

5. 梯形内螺纹

公称直径为 40mm、螺距为 7mm、螺纹为右旋、中径公差带代号为 7H、螺纹旋合长度为 N 的梯形内螺纹标注为：Tr40×7—7H。

6. 梯形螺纹副

公称直径为 36mm、螺距为 3mm、螺纹为左旋、内螺纹中径公差带代号为 7H、外螺纹中径公差带代号为 7e、螺纹旋合长度为 N 的梯形螺旋副标注为：Tr36×3LH—7H/7e。

1.1.4 螺纹连接的拧紧和防松

1. 螺纹连接的拧紧

（1）螺纹连接拧紧的目的

螺纹连接一般情况下需要拧紧，拧紧的目的是：防止螺纹副之间的松动，提高连接的刚性及紧密性。对于受拉螺栓连接，可以提高疲劳强度；对于受剪螺栓连接，可以提高接触面之间的摩擦力，从而提高承载力。

（2）拧紧的实质及预紧力 F'

工人施加到螺母上的力矩拧紧螺母时，实质是螺栓受到一个轴向拉力，被连接件受到一个夹紧力。螺栓在承受工作载荷之前，即在安装时就受到一个由于工人拧紧螺母而产生的拉力，此力称为预紧力 F'。

2. 拧紧力矩 T_t 的计算

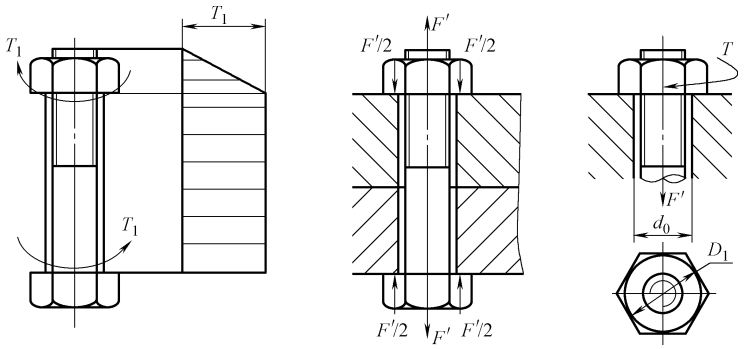
计算拧紧力矩的目的就是要求出拧紧力矩与预紧力 F'之间的量化关系，即求 T_t 与 F'之间的关系。如何进行计算呢？首先必须分析工人施加到扳手上的力矩克服了哪些阻力矩？

如图 1-1 所示，工人施加到扳手上的力为 F，扳手长为 L，则工人施加的力矩为 FL，此力矩需克服螺纹副之间的摩擦阻力矩，或称螺纹力矩 T_1，同时还要克服

螺母支撑面的摩擦力矩 T_2，即

$$T_t = FL$$

$$T_t = T_1 + T_2 \tag{1-1}$$



a) 螺栓受转矩　b) 螺栓转矩图　c) 螺栓与被连接件所受预紧力　d) 计算螺母支承面转矩用的符号

图 1-1　拧紧时零件的受力

螺纹力矩：　$T_1 = F_t \times \dfrac{d_2}{2} = F'\tan(\varphi + \rho_v)\dfrac{d_2}{2}$

螺母支撑面摩擦力矩：T_2 = 力 × 力臂 = $\int \mu P \mathrm{d}A\rho$

式中　$P = \dfrac{F'}{\dfrac{\pi}{4}(D_1^2 - d_0^2)}$；

$\mathrm{d}A = 2\pi\rho\mathrm{d}\rho$。

带入上式，积分得

$$T_2 = F'\mu \times \frac{1}{3} \times \frac{D_1^3 - d_0^3}{D_1^2 - d_0^2}$$

式中　μ——螺母与被连接件支撑面间的摩擦因数；

D_1——螺母内接圆直径；

d_0——螺栓孔直径，见图 1-1d。

将 T_1、T_2 代入式（1-1），得出拧紧力矩 T_t 的计算式

$$T_t = T_1 + T_2 = F'\tan(\psi + \rho_v)\frac{d_2}{2} + F'\mu\frac{1}{3} \times \frac{D_1^3 - d_0^3}{D_1^2 - d_0^2}$$

$$= F'd\frac{1}{2}\left[\frac{d_2}{d}\tan(\psi + \rho_v) + \frac{2}{3} \times \frac{1}{d}\mu\frac{D_1^3 - d_0^3}{D_1^2 - d_0^2}\right] = F'dK_t \tag{1-2}$$

式中的 K_t 为拧紧力矩系数，约为 0.1 ~ 0.3，通常取平均值为 0.2，代入式（1-2）得出近似公式为

$$T_t \approx 0.2F'd \tag{1-3}$$

式中 ψ——螺旋升角（°）；

ρ_v——当量摩擦角（°）；

d_2——螺纹中径（mm）；

μ——螺母与被连接件承压面摩擦因数。

例如工程中使用的扳手力臂 $L=15d$（d 为螺纹外径），工人施加到扳手上的扳动力为 $F=200\text{N}$，则工人拧紧螺母时，螺栓将受到的预紧力 F' 可求解如下：

工人施加到扳手上的力矩为

$$T_t = FL = 15Fd$$

由式（1-3）得 $T_t \approx 0.2F'd$

联立以上二式得

$$15Fd \approx 0.2F'd$$

从而求出预紧力为 $F' \approx \dfrac{15F}{0.2} \approx 75F \approx 75 \times 200\text{kN} \approx 15\text{kN}$

从以上例题可以看出：工人拧紧螺母时，螺栓受到的预紧力 F' 大约是工人扳动力的 75 倍，因此拧紧力矩越大，螺栓所受的预紧力越大。如果预紧力过大，螺栓就容易过载拉断，直径小的螺栓更容易产生这种情况。因此得出结论：由于摩擦因数不稳定，加之加在扳手上的力有时难以控制，为了使螺栓不至于被拧断，对于不控制预紧力的受拉螺栓连接，不宜使用小于 M12～M16 的螺栓，个别情况下不太重要的螺栓连接也可以采用 M10 的螺栓。对于重要的连接，在使用时必须严格控制拧紧力矩，例如汽车自动生产线上气缸体的装配螺栓就是一个典型的例子。控制拧紧力矩的方法可用测力矩扳手或定力矩扳手，其原理是：装配时测量螺栓的伸长，规定开始拧紧后的扳动角度或圈数。对于大型连接，还可利用液力来拉伸螺栓，或加热使螺栓伸长到需要的变形量再把螺母拧到与被连接件相贴合。近年来发展了利用微机通过轴向传感器拾取数据并画出预紧力与所加拧紧力矩对应曲线的方法。还有的利用当达到要求的拧紧力矩值时，弹簧受压将自动打滑的原理控制预紧力等。

另外，工程上也利用很小的扳动力会使螺栓产生 75 倍的轴向力的原理，设计螺旋起重器（即千斤顶）以顶起重物。

3. 螺纹连接的防松

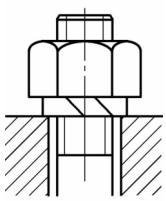
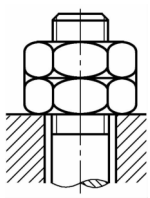
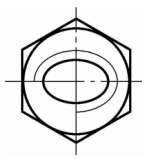
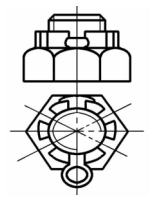
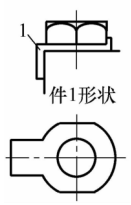
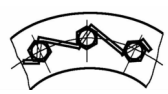
工程上常用的三角形螺纹直径一般在 M16～M68 之间，经过计算，其螺旋升角 ψ 在 1°42′～3°2′之间；取摩擦因数 $f=0.1\sim0.2$，当量摩擦因数 $f_v \approx 0.17$，因此三角形螺纹的当量摩擦角 $\rho_v \approx 5°47'$。从理论上进行分析可知，三角形螺纹恒能满足自锁条件，即螺旋升角小于当量摩擦角：$\psi \leqslant \rho_v$；并且拧紧螺母后，螺母和钉头与被连接件的支承面间的摩擦力也有助于防止螺母松动，若连接受静载荷，并且温度

变化不大，连接一般不会松动。但是在实际工作中，如承受振动或冲击载荷，或者温度变化较大使材料高温蠕变等原因，都会造成摩擦力减少，使螺纹副中正压力在某一瞬间消失，摩擦力为零，从而使螺纹连接松动，使螺母松脱而失效。因此，在设计时必须进行防松设计，否则会影响正常工作，造成事故。

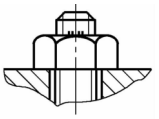
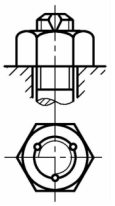
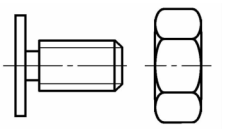
防松原理用一句话概括就是：消除（或限制）螺纹副之间的相对运动，或增大螺纹副相对运动的难度。

按防松原理分，螺纹连接的防松可分为摩擦防松、机械防松（也称直接锁住）及破坏螺纹副之间关系三种方法。摩擦防松工程上常用的有弹簧垫圈、对顶螺母、自锁螺母等，虽简单方便，但不可靠。机械防松工程上常用的有开口销、止动垫及串联钢丝绳等，比摩擦防松可靠。以上两种方法用于可拆连接的防松，在工程上广泛应用。用于不可拆连接的防松，工程上可用焊、粘、铆的方法，破坏螺纹副之间的运动关系。常用的防松方法、结构及应用见表 1-5。

表 1-5　常用防松方法、结构及应用

防松方法	防松原理、特点	防 松 实 例		
摩擦防松	使螺纹副中产生不随外载荷变化的纵向或横向的压紧力，因此始终有摩擦力矩防止螺纹副相对转动。压力可由螺纹副纵向或横向压紧而产生 结构简单，使用方便，但由于摩擦力受到限制，因此在冲击、振动时防松效果受到影响，常用于一般不重要的连接	 弹簧垫圈 利用拧紧螺母时，垫圈被压平后的弹性力使螺纹副纵向压紧	 对顶螺母 上螺母拧紧后两螺母对顶面上产生对顶力，使旋合部分的螺杆受拉而螺母受压从而使螺纹副纵向压紧	 金属锁紧螺母 利用螺母末端椭圆口的弹性变形箍紧螺栓，横向压紧螺纹
机械防松	利用便于更换的金属元件，靠元件的形状和结构约束螺旋副间的相对转动 使用方便，防松安全可靠	 槽形螺母拧紧后用开口销插入螺母槽与螺栓尾部的小孔中，并将销尾部掰开，阻止螺母与螺杆的相对运动	 1 件1形状 将垫片折边约束螺母，而自身又折边被约束在被连接件上，使螺母不能转动	 利用钢丝使一组螺栓头部互相制约，当有松动趋势时，金属丝更加拉紧

（续）

防松方法	防松原理、特点	防 松 实 例
破坏螺纹副关系	将螺纹副转换为非运动副，从而排除螺纹副之间相对运动的可能性，但是属于不可拆连接	 焊住  冲点  胶接 在螺纹副间涂粘结剂，拧紧螺母后粘结剂能自动固化，防松效果好

1.1.5　螺栓组连接的结构设计和受力分析

工程中螺栓多为成组使用，单个螺栓使用极少。因此，须研究螺栓组的结构设计和受力分析，它是单个螺栓连接强度计算的基础和前提条件。

螺栓组连接设计的程序是：选择布局、确定数目、受力分析、求出直径。

1. 螺栓组连接的结构设计

螺栓组连接的结构设计原则是：

1）螺栓布局要尽量对称分布，螺栓组中心与形心重合，对于圆形构件布置螺栓时，螺栓数目一定要取偶数，有利于分度、划线、钻孔。

2）一组螺栓设计成直径、长度、材料都相等，有利于加工和保持美观。

3）设计合理的螺栓间距，适当的边距，应满足扳手的空间，以利用扳手装拆，尺寸可查《机械设计手册》。

4）装配时，对于紧螺栓连接，应尽量使每个螺栓预紧程度（预紧力）一致。

2. 螺栓组连接的受力分析

螺栓组连接的受力分析的目的是求出一组螺栓中受力最大的螺栓所受的力，为强度计算提供条件。

假设：1）被连接件为刚性体。

2）各个螺栓的材料、直径、长度与 F' 相同。

3）螺栓的应变在弹性范围内。

根据以上假设，进一步讨论当作用于一组螺栓的外载荷是轴向力、横向力、转矩和翻倒力矩时，一组螺栓中受力最大的螺栓所受的力。

（1）螺栓组连接受轴向载荷 F_Q

如图 1-2 所示，作用于压力容器螺栓组几何形心的载荷为 F_Q，则每个螺栓所

受的工作拉力为

$$F = \frac{F_Q}{Z} \tag{1-4}$$

式中　Z——螺栓的个数。

（2）螺栓组连接受横向载荷 F_R

一组螺栓受横向载荷作用，螺栓有可能受剪切，如图 1-3b 所示；如果采用受拉螺栓，则螺栓受拉而不受剪，如图 1-3a 所示。

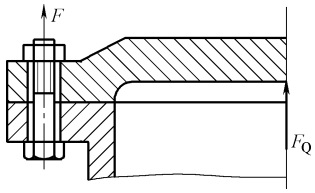


图 1-2　螺栓组连接受轴向载荷

1）采用受拉螺栓（普通螺栓）。如图 1-3a 所示，此时的螺栓在安装时每个螺栓受预紧力 F' 作用，而被连接件受夹紧力（正压力）作用，夹紧力产生的摩擦力与外载荷平衡，可得出螺栓受的预紧力

$$F' \geqslant \frac{K_f F_R}{Z\mu_s m} \tag{1-5}$$

式中　K_f——可靠系数，取 1.1 ~ 1.3；

μ_s——接缝面的摩擦因数；

m——接合面数。

2）采用受剪螺栓（铰制孔光制螺栓）。如图 1-3b 所示，此时外载荷 F_R 直接作用在每个螺栓上，则每个螺栓所受的剪切力为

$$F_S = \frac{F_R}{Z} \tag{1-6}$$

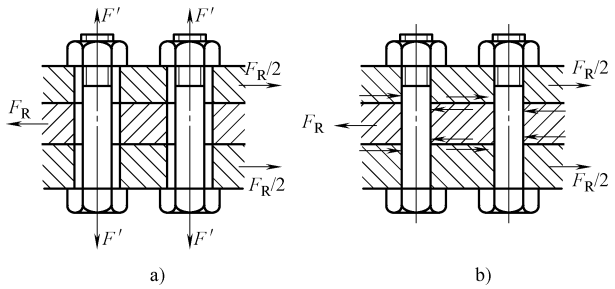
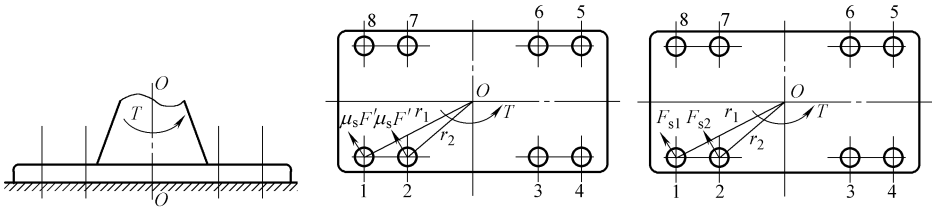


图 1-3　螺栓组连接受横向载荷

（3）螺栓组连接受转矩 T 作用

如图 1-4a 所示，作用到一组螺栓几何形心的载荷是转矩 T，但是，对于每个螺栓而言，就相当于受横向力作用，因此与前面分析的情况相同，也分以下两种情况考虑：

1）设计成受拉螺栓（普通螺栓）。如图 1-4b 所示，此时靠摩擦传力，即转矩被底板的摩擦力矩平衡。得出单个螺栓所受的预紧力



a) 连接受转矩T作用　　b) 用受拉螺栓连接　　c) 用受剪螺栓连接

图 1-4　螺栓组连接受转矩作用

$$F' \geqslant \frac{K_f T}{\mu_s \sum_{i=1}^{z} r_i} \tag{1-7}$$

式中　r_i——每个螺栓到回转中心的距离。

2）设计成受剪螺栓（铰制孔光制螺栓）

此时靠剪切传力，如图 1-4c 所示，底板受力为转矩 T 和螺栓给螺栓孔的反力矩，列出底板的受力平衡式加上变形协调条件求出一组螺栓中受力最大螺栓所受的力为

$$F_{smax} = \frac{T r_{max}}{\sum_{i=1}^{z} r_i^2} \tag{1-8}$$

式中　r_{max}——受力最大螺栓到回转中心的距离。

（4）螺栓组连接受翻倒力矩 M 作用

如图 1-5 所示，此时，因为翻倒力矩 M 的方向与螺栓的轴线平行，因此螺栓只能受拉而不能受剪切。同时，为了接近实际并简化计算，又进行了重新假设：被连接件为弹性体，因此翻倒轴线为 O—O 而不是底板的右侧边。列出平衡式，可以得出螺栓组中受力最大螺栓所受的力为

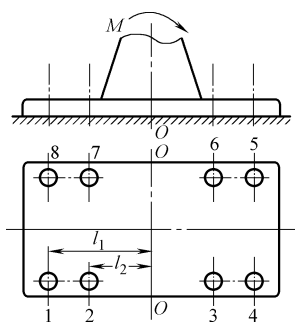


图 1-5　螺栓组连接受翻倒力矩作用

$$F_{max} = \frac{M l_{max}}{\sum_{i=1}^{z} l_i^2} \tag{1-9}$$

式中　l_{max}——受力最大的螺栓到翻倒轴线的垂直距离。

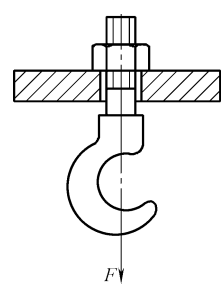


图 1-6　松连接的起重滑轮

1.1.6　螺栓组连接的强度计算

1. 受拉松连接螺栓

受拉松连接是指：螺栓不拧紧，因此螺栓不受预紧力。如图 1-6 所示的起重滑轮，当吊起重物时，螺栓相当于一个杆件受纯拉伸，因此强度条件为

$$\frac{F}{\frac{\pi}{4}d_1^2} \leqslant [\sigma] \tag{1-10}$$

设计式为

$$d_1 \geqslant \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma]}} \tag{1-11}$$

式中 $[\sigma]$——许用拉应力，见表 1-6；

d_1——螺栓的小径（根径）。

设计出的直径应按螺纹标准取值（见表 1-10），并标出螺纹的公称直径（外径）。

表 1-6　受拉螺栓连接的许用应力　　（单位：MPa）

<table>
<tr><td>连接</td><td>载荷</td><td colspan="12">许 用 应 力</td></tr>
<tr><td>松连接</td><td></td><td colspan="12">$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{1.2 \sim 1.6}$</td></tr>
<tr><td rowspan="11">紧连接</td><td rowspan="3">静载荷</td><td colspan="12">$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{S}$
安全系数 S 取值如下：</td></tr>
<tr><td rowspan="2">材料</td><td colspan="3">不控制预紧力</td><td colspan="9">控制预紧力</td></tr>
<tr><td>M6 ~ M16</td><td>M16 ~ M30</td><td>M30 ~ M60</td><td colspan="9" rowspan="2">1.2 ~ 1.5</td></tr>
<tr><td>碳素钢
合金钢</td><td>4 ~ 5
5 ~ 5.7</td><td>2.5 ~ 4
3.4 ~ 5</td><td>2 ~ 2.5
3 ~ 3.4</td></tr>
<tr><td rowspan="8">变载荷</td><td rowspan="2">按最大应力
$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{S}$</td><td colspan="3">不控制预紧力时的 S</td><td colspan="9">控制预紧力时的 S</td></tr>
<tr><td>碳素钢
合金钢</td><td>M6 ~ M16
8.5 ~ 12.5
6.8 ~ 10</td><td>M16 ~ M30
8.5
6.8</td><td colspan="9">1.2 ~ 1.5</td></tr>
<tr><td colspan="13">按循环应力幅　$[\sigma_a] = \frac{\sigma_{alim}}{[S_a]} = \frac{\varepsilon k_m k_u}{k_\sigma}\sigma_{-1}$
ε——尺寸系数，取值如下：</td></tr>
<tr><td>d/mm</td><td>12</td><td>16</td><td>20</td><td>24</td><td>28</td><td>32</td><td>36</td><td>42</td><td>48</td><td>56</td><td>64</td></tr>
<tr><td>ε</td><td>1</td><td>0.87</td><td>0.81</td><td>0.76</td><td>0.71</td><td>0.68</td><td>0.65</td><td>0.62</td><td>0.60</td><td>0.57</td><td>0.54</td></tr>
<tr><td colspan="13">k_m——螺纹制造工艺系数：车制 $k_m = 1$；碾制 $k_m = 1.25$
k_u——各圈螺纹牙受力分配不均系数：受压螺母 $k_u = 1$；部分受拉或全部受拉的螺母 $k_u = 1.5 \sim 1.6$
$[S_a]$——安全系数，取 2.5 ~ 4
k_σ——螺纹应力集中系数，取值如下：</td></tr>
<tr><td colspan="2">σ_b/MPa</td><td colspan="3">400</td><td colspan="3">600</td><td colspan="3">800</td><td colspan="3">1000</td></tr>
<tr><td colspan="2">k_σ</td><td colspan="3">3.0</td><td colspan="3">3.9</td><td colspan="3">4.8</td><td colspan="3">5.2</td></tr>
</table>

2. 受拉紧连接螺栓

（1）只受预紧力 F' 的紧连接螺栓

只受预紧力 F' 的紧连接螺栓是指一组螺栓当外载荷为横向力 F_R 或转矩 T 时，设计成受拉螺栓，靠摩擦传力的情况，如图 1-7 所示。

对螺栓螺纹部分进行受力分析，因为螺栓受预紧力 F' 作用，所以螺栓受拉；同时拧紧螺母时，螺纹副之间有摩擦阻力矩，因此螺栓还受扭，可根据第四强度理论求出合成应力

$$\sigma_{合成}=\sqrt{\sigma^2+3\tau^2}=\sqrt{\sigma^2+3(0.5\sigma)^2}\approx 1.3\sigma\leqslant[\sigma]$$

校核式

$$\frac{1.3F'}{\frac{\pi}{4}d_1^2}\leqslant[\sigma] \tag{1-12}$$

设计式

$$d_1\geqslant\sqrt{\frac{1.3F'}{\frac{\pi}{4}[\sigma]}} \tag{1-13}$$

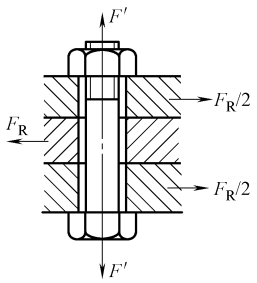


图 1-7 只受预紧力的紧连接螺栓

（2）既受预紧力 F' 又受工作拉力 F 作用的紧连接螺栓

既受预紧力 F' 又受工作拉力 F 作用的紧连接螺栓，是指受拉螺栓在受预紧力后，又进一步受轴向拉（压）力，或翻倒力矩作用。首先应该求出总拉力 F_0，再作强度计算。不能认为预紧力 F' 和工作拉力 F 两个力的方向相同，而总拉力 F_0 等于二者直接相加，因为由于螺栓与被连接件的弹性变形，总拉力不等于预紧力 F' 加工作拉力 F，即 $F_0\neq F'+F$。由理论分析得：总拉力 F_0 与预紧力 F'、工作拉力 F、螺栓刚度 c_1、被连接件刚度 c_2 有关，属于静不定问题，可利用静力平衡条件及变形协调条件求得。

图 1-8a 为螺栓刚要拧紧、还没拧紧，螺栓不受力、不变形；图 1-8b 所示为螺栓拧紧后受工作载荷作用前的情况，螺栓受拉，即预紧力 F'，被连接件受大小相等、方向相反的压力 F'。以 c_1 和 c_2 分别表示螺栓和被连接件的刚度，则螺栓的伸长量为 $\delta_1=\frac{F'}{c_1}$，被连接件的被压缩量为 $\delta_2=\frac{F'}{c_2}$，图 1-9a 即表示螺栓及被连接件各自的受力—变形图，因为拉伸为正、压缩为负，所以将被连接件的变形画为反方向。将图 1-9a 合并，如图 1-9b 所示。当螺栓受工作载荷 F 时（见图 1-8c），螺栓进一步受拉，拉力由 F' 增大到总拉力 F_0，拉力增量为 F_0—F'，伸长增量为 $\Delta\delta_1$；随着螺栓的进一步被拉伸，被连接件被压缩的程度得到了部分缓解，此时被连接件的压力减小为残余预紧力 F''，压力减量为 F'—F''，压缩减量为 $\Delta\delta_2$，见图 1-9c。以上变化可用螺栓与被连接件的综合力与变形关系图表示，如图 1-9c 所示。

根据螺栓的静力平衡条件，即螺栓的总拉力 F_0 必然为工作载荷 F 与被连接件

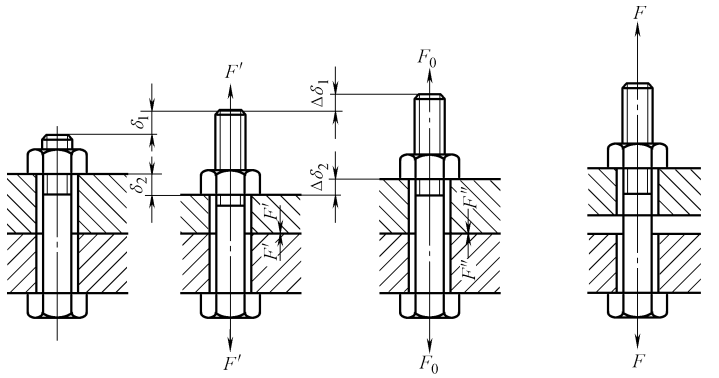


图 1-8　螺栓和被连接件的受力变形

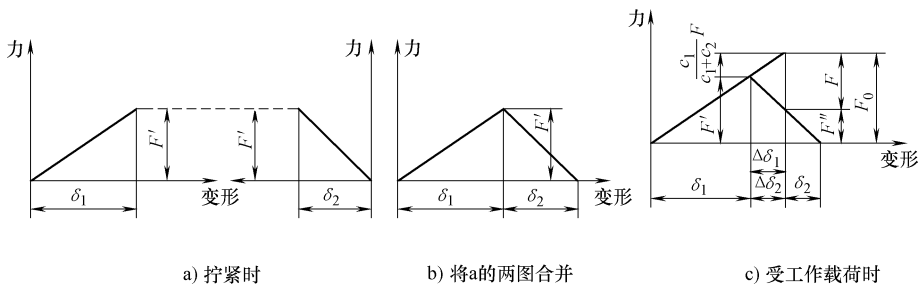


图 1-9　螺栓和被连接件的力与变形关系图

给它的残余预紧力 F'' 之和，即

$$F_0 = F'' + F \tag{1-14}$$

又根据螺栓与被连接件的变形协调条件，螺栓的伸长增量 $\Delta\delta_1$ 必然等于被连接件的压缩减量 $\Delta\delta_2$，即

$$\Delta\delta_1 = \Delta\delta_2 \tag{1-15}$$

以 $\Delta\delta_1 = \dfrac{F_0 - F'}{c_1} = \dfrac{F + F'' - F'}{c_1}$ 和 $\Delta\delta_2 = \dfrac{F' - F''}{c_2}$ 代入式（1-15）得

$$\frac{F_0 - F'}{c_1} = \frac{F' - F''}{c_2} \quad \text{即} \quad \frac{F'' + F - F'}{c_1} = \frac{F' - F''}{c_2}$$

所以

$$F'' = F' - \frac{c_2}{c_1 + c_2}F \tag{1-16}$$

$$F' = F'' + \frac{c_2}{c_1 + c_2}F \tag{1-17}$$

$$F_0 = F'' + F = \left(F' - \frac{c_2}{c_1 + c_2}F\right) + F = F' + \frac{c_1}{c_1 + c_2}F \tag{1-18}$$

式（1-18）表明：螺栓的总拉力等于预紧力加上工作载荷的一部分。

当 $c_2 \gg c_1$ 时，$F_0 \approx F'$

当 $c_2 \ll c_1$ 时，$F_0 \approx F' + F$

式中：$\dfrac{c_1}{c_1 + c_2}$ 为相对刚度，与材料、结构、垫片、尺寸及工作载荷作用位置等因素有关，可通过计算或试验求出。当被连接件为钢铁时，一般可根据垫片材料采用下列数据：金属垫（或不用垫）：0.2～0.3；皮革垫：0.7；铜皮石棉板：0.8；橡胶垫：0.9。

如果螺栓所受的工作载荷过大，如图 1-8d 所示，出现缝隙是不允许的，因此应使残余预紧力 $F'' > 0$。残余预紧力 F'' 的选择可以参考以下的经验数据进行选择：当外载荷 F 不变时，取 $F'' = (0.2 \sim 0.6) F$；当外载荷 F 变化时，取 $F'' = (0.6 \sim 1.0) F$；对于紧密连接的压力容器，因气密性要求，可取 $F'' = (1.5 \sim 1.8) F$。

此时螺栓的强度条件应该是：$\sigma = \dfrac{F_0}{\dfrac{\pi}{4} d_1^2}$，考虑到螺栓工作时，个别螺栓可能松动，因此需要补充拧紧，拧紧力矩为 $F_0 \tan(\psi + \rho_v) \dfrac{d_2}{2}$，由此产生的切应力为

$$\tau = \frac{F_0 \tan(\varphi + \rho_v) \dfrac{d_2}{2}}{\dfrac{\pi}{16} d_1^3}$$

拉应力为

$$\sigma = \frac{F_0}{\dfrac{\pi}{4} d_1^2}$$

按第四理论，得出此时的强度条件为

$$\frac{1.3 F_0}{\dfrac{\pi}{4} d_1^{\,2}} \leqslant [\sigma] \tag{1-19}$$

上式适用于螺栓承受静载的情况，许用应力见表 1-6。该式也适用于变载，但是，变载情况下需要验算应力幅，即：$\sigma_a \leqslant [\sigma_a]$。

如果工作载荷在 F_1 和 F_2 之间变化，螺栓的拉力将在预紧力 F' 和总拉力 F_0 之间变化，如图 1-10 所示，则螺栓的应力幅为

$$\sigma_a = \frac{\dfrac{F_0 - F'}{2}}{\dfrac{\pi}{4} d_1^2} = \frac{\left(\dfrac{c_1}{c_1 + c_2} F\right) \Big/ 2}{\dfrac{\pi}{4} d_1^2} = \frac{c_1}{c_1 + c_2} \times \frac{2F}{\pi d_1^2}$$

所以

$$\sigma_a = \frac{c_1}{c_1 + c_2} \times \frac{2F}{\pi d_1^2} \leqslant [\sigma_a] \tag{1-20}$$

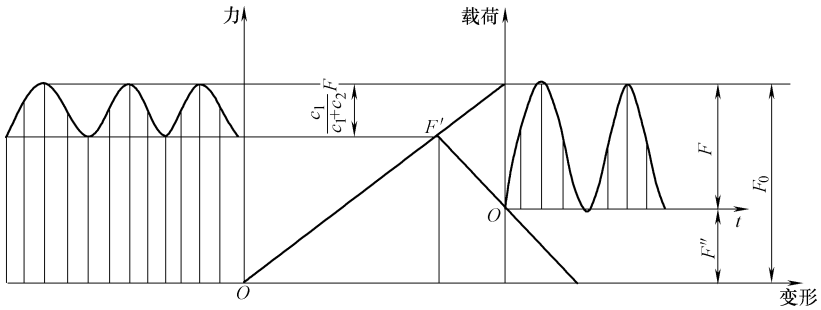


图 1-10　变载荷下螺栓拉力的变化

式中　$[\sigma_a]$——许用应力幅，见表 1-6。

3. 受剪螺栓连接

受剪螺栓连接采用的螺栓是铰制孔光制螺栓，如图 1-11 所示。工作载荷为横向载荷，螺栓可能的失效形式为：螺栓杆或螺栓孔壁被压溃以及螺栓被剪断。拧紧时的预紧力和摩擦力等忽略，因此强度条件为

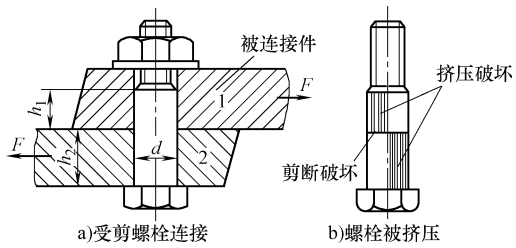


图 1-11　受剪螺栓连接

抗压强度　$\dfrac{F_s}{dh} \leqslant [\sigma]_P$　　(1-21)

抗剪强度　$\dfrac{F_s}{\dfrac{\pi}{4}d^2 m} \leqslant [\tau]$　　(1-22)

式中　F_s——每个螺栓受的剪切力（N）；

d——螺栓抗剪面的直径（mm）；

h——计算对象的受压高度（mm）；

$[\sigma]_P$——计算对象的许用挤压应力（MPa），见表 1-7；

m——剪切面数；

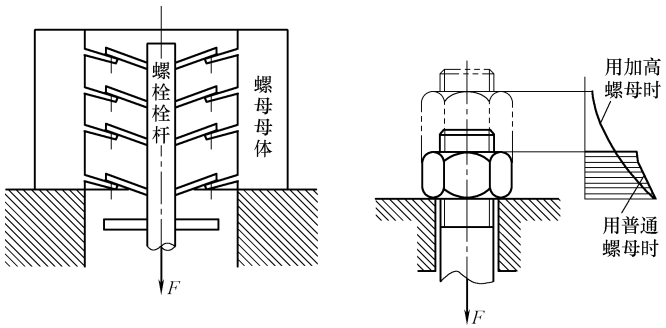
$[\tau]$——螺栓的许用切应力（MPa），见表 1-7。

表 1-7　受剪螺栓连接的许用应力　　（单位：MPa）

载荷	许用应力
静载荷	许用切应力　$[\tau]=\dfrac{\sigma_s}{2.5}$ 许用挤压应力　钢：$[\sigma]_P=\dfrac{\sigma_s}{[S_P]}=\dfrac{\sigma_s}{1\sim1.25}$　铸铁：$[\sigma]_P=\dfrac{\sigma_b}{[S_P]}=\dfrac{\sigma_b}{2\sim2.5}$
变载荷	许用切应力　$[\tau]=\dfrac{\sigma_s}{3\sim3.5}$ 许用挤压应力　钢：$[\sigma]_P=\dfrac{\sigma_s}{[S_P]}=\dfrac{\sigma_s}{1.6\sim2}$　铸铁：$[\sigma]_P=\dfrac{\sigma_b}{[S_P]}=\dfrac{\sigma_b}{2.5\sim3.5}$

1.1.7 提高螺纹连接强度的措施

制造时，螺栓与螺母的螺距是相等的，但受工作载荷时，螺栓受拉，螺距增大；螺母受压，螺距减小。而螺栓与螺母的螺纹牙又是咬合在一起的，伸与缩的螺距变化差主要靠旋合各圈的螺纹牙的变形来补偿。如图 1-12a 所示，以紧靠支承面处第一圈螺纹变形为最大，因而受力也最大，其余各圈（螺距 P）依次递减，旋合螺纹间的载荷分布如图 1-12b 所示。旋合圈数越多，受力不均匀程度越显著，到第 8～10 圈以后，螺纹牙几乎不受力。因此采用圈数过多的加厚螺母，并不能提高连接的强度。



a) 螺纹牙的受力和变形　　b) 螺纹牙的受力分配

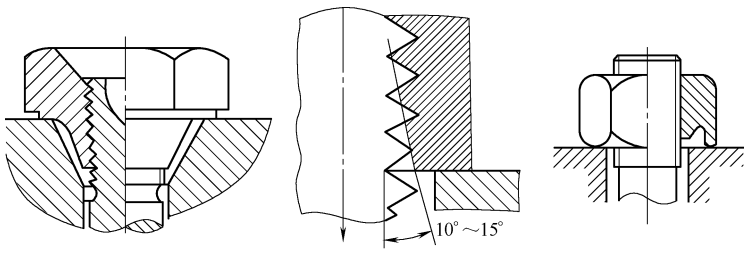
图 1-12　螺纹牙的受力

解决办法：降低螺母的刚性，使之容易变形；增加螺母与螺杆的变形协调性，以缓和矛盾。

1. 改善螺纹牙间载荷分布不均状况

1）悬置螺母。如图 1-13a 所示，此结构减小了螺母的刚度，使螺母的螺纹牙随螺杆的螺纹牙也受拉，与螺栓变形协调，使载荷分布均匀，可提高螺栓疲劳强度 40% 左右。

2）内斜螺母。如图 1-13b 所示，减小螺母受力大的螺纹牙的刚度，把力分移



a) 悬垂螺母　　b) 内斜螺母　　c) 环槽螺母

图 1-13　几种均载螺母的结构

到受力小的螺纹牙上，载荷上移、接触圈减少，可提高螺栓疲劳强度 20% 左右。

3）环槽螺母。如图 1-13c 所示，减小了螺母下部的刚度，使螺母接近支承面处受拉且富于弹性，可提高螺栓疲劳强度 30% 左右。

4）内斜螺母与环槽螺母结合而制造的新型螺母。综合了二者的优点，可提高螺栓疲劳强度 40% 左右。

5）螺栓与螺母采用不同材料匹配。通常螺母用弹性模量低且较软的材料，例如钢螺栓配非铁金属螺母，能改善螺纹牙受力分配，可提高螺栓疲劳强度 40% 左右。

2. 减小应力幅 σ_a

当螺栓所受的最大应力一定时，应力幅越小，疲劳强度越高。如图 1-14 所示，在总拉力 F_0 一定时，减小螺栓刚度 c_1 或增大被连接件刚度 c_2，都能达到降低应力幅的作用。但是，预紧力也应相应地增大。

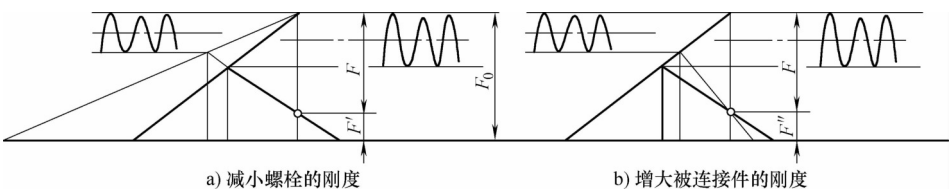


图 1-14　减小螺栓应力幅的措施

工程上减小螺栓刚度 c_1 可采用的措施有：采用细长杆的螺栓、柔性螺栓（即部分减小螺杆直径或中空螺栓）、在螺母下边放弹性垫等，如图 1-15 所示，在螺母下边放弹性垫就相当于起到柔性螺栓的效果，可达到减小螺栓刚度 c_1 的目的。

工程上增大被连接件刚度 c_2 可采用的措施有：采用高硬度垫片，如图 1-16 所示。

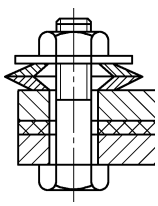


图 1-15　螺母下放弹性垫

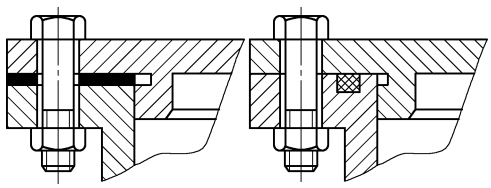


图 1-16　采用高硬度垫片

3. 减小应力集中

螺纹牙根、收尾、螺栓头部与螺栓杆的过渡处等均可能产生应力集中，采取加大过渡处圆角的措施，可提高螺栓的疲劳强度 20% ~40%；在螺纹收尾处采用退刀槽等都可以减小应力集中。目前，航天、航空用的螺纹采用新发展的 MJ 螺纹，就是采用增大牙根圆角半径的方法减小应力集中。

高强度钢的螺栓对于应力集中比较敏感，但是由于强度高，可以用更大的预紧力拧紧，总的效果还是有利的，所以一些重要的场合仍然应用。

4. 减小附加应力

螺栓的弯曲应力对螺栓的断裂起到关键作用，因此减小附加应力主要指如何减小弯曲应力。产生弯曲应力的原因是：螺栓的轴线与被连接件表面不垂直，因此设计时必须保证螺栓的轴线与被连接件表面垂直，例如铸造表面不可以直接安装螺栓，必须加工平整，常用的方法是在铸造表面有螺栓连接的地方采用凸台或沉孔，如图1-17c、d所示。同时，还可以采用如图1-17a、b、e所示的一些方法使螺杆减小附加弯曲应力应力。

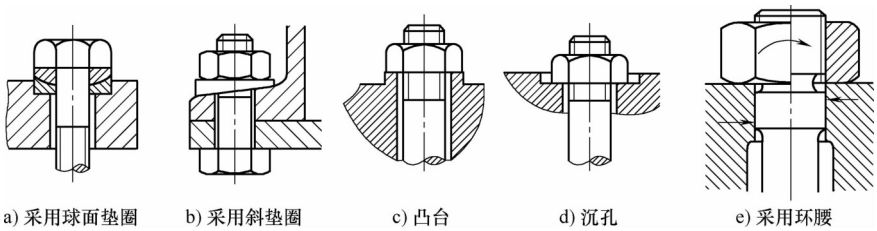


图1-17　减免弯曲应力的方法示例

5. 采用合理的制造工艺

制造工艺对螺栓的疲劳强度有重要影响，采用滚压法制造螺栓，由于冷作硬化作用，表层存在残余压应力，金属流线合理，与车制螺纹相比，疲劳强度可提高30%～40%。如果热处理后再进行滚压螺纹，效果更佳，螺栓的疲劳强度可提高70%～100%，此法具有优质、高产、低消耗功能。

喷丸、碳氮共渗、氮化等工艺能使螺栓表面冷作硬化，表层有残余压应力，可明显提高螺栓的疲劳强度。

控制单个螺距误差和螺距累积误差、增大预紧力 F' 等也可提高螺栓的疲劳强度。

螺栓组受力分析框图见图1-18，螺栓连接的受力分析和强度计算见表1-8。

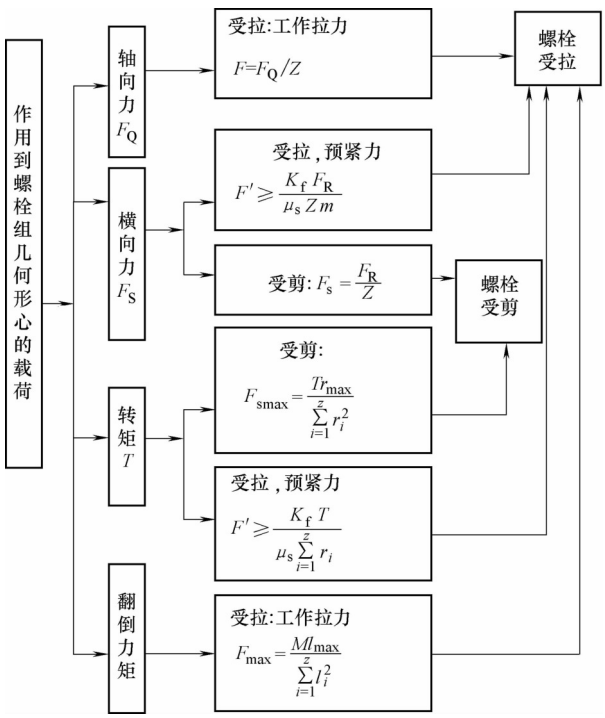
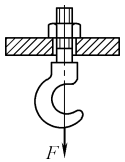
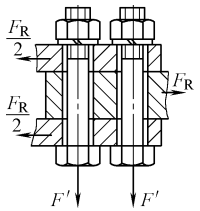
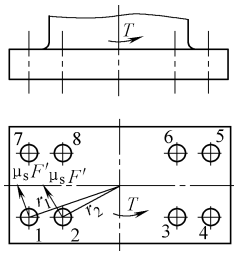
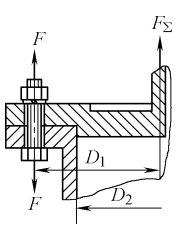
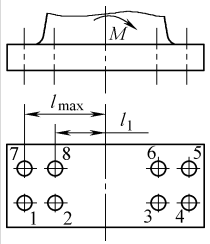
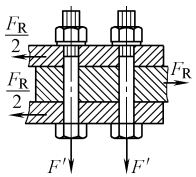
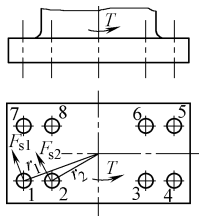


图1-18　螺栓组受力分析框图

表 1-8　螺栓连接的受力分析和强度计算

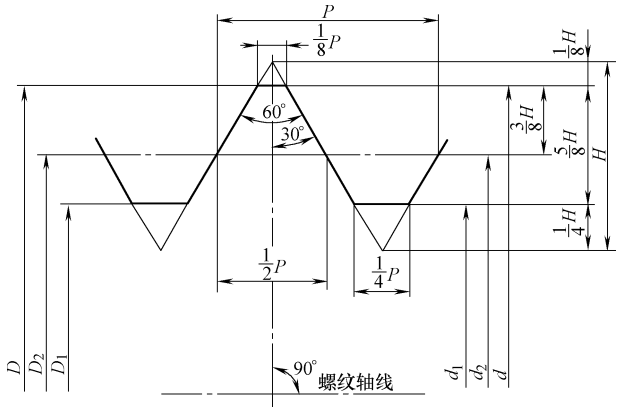
受拉螺栓					受剪螺栓	
松螺栓连接	紧螺栓连接					
	螺栓只受预紧力		螺栓受预紧力和工作载荷			
						
强度条件 $\frac{4F}{\pi d_1^2} \leqslant [\sigma]$	强度条件 $\frac{4\times 1.3F'}{\pi d_1^2} \leqslant [\sigma]$		强度条件 $\frac{4\times 1.3F_0}{\pi d_1^2} \leqslant [\sigma]$		强度条件 $F_R \leqslant dh[\sigma]_P$ $\frac{4F_s}{\pi d^2 m} \leqslant [\tau]$	
螺栓只受外载荷 F（拉伸载荷）	$F' = \frac{K_f F_R}{\mu_s m Z}$	$F' = \frac{K_f T}{\mu_s \sum_{i=1}^{z} r_i}$	$F_0 = F + F''$ 其中 $F = \frac{F_s}{Z}$ 应保证工作时连接的紧密性，对残余应力 F'' 必须加以控制	$F_0 = F' + \frac{c_1}{c_1 + c_2}F$ 式中 F 代入 F_{max} $F_{max} = \frac{ML_{max}}{\sum_{i=1}^{z} L_i^2}$ F' 应使左边不出现缝隙，$p_{min} > 0$，应使右边不致压溃 $p_{max} \leqslant [p]$	$F_s = \frac{F_R}{Z}$	$F_{smax} = \frac{Tr_{max}}{\sum_{i=1}^{z} r_i^2}$ 若当：$r_1 = r_2 = \cdots = r_z = r$ 时，则有： $F_s = \frac{T}{zr}$

1.2 螺纹连接的实用设计数据

1.2.1 螺纹的分类及其标准

1. 普通螺纹基本牙型（见表 1-9）

表 1-9 普通螺纹基本牙型（GB/T 192—2003）



D—内螺纹的基本大径（公称直径）
d—外螺纹的基本大径（公称直径）
D_2—内螺纹的基本中径
d_2—外螺纹的基本中径
D_1—内螺纹的基本小径
d_1—外螺纹的基本小径
H—原始三角形高度
P—螺距

（单位：mm）

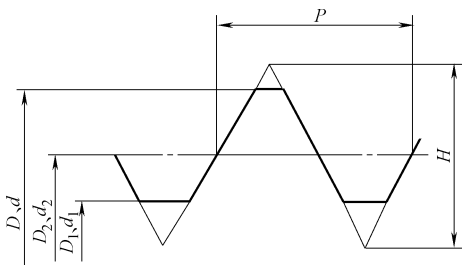
螺距 *P*	*H*	$\frac{5}{8}H$	$\frac{3}{8}H$	$\frac{1}{4}H$	$\frac{1}{8}H$
0.2	0.173205	0.108253	0.064952	0.043301	0.021651
0.25	0.216506	0.135316	0.081190	0.054127	0.027063
0.3	0.259808	0.162380	0.097428	0.064952	0.032476
0.35	0.303109	0.189443	0.113666	0.075777	0.037889
0.4	0.346410	0.216506	0.129904	0.086603	0.043301
0.45	0.389711	0.243570	0.146142	0.097428	0.048714
0.5	0.433013	0.270633	0.162380	0.108253	0.054127
0.6	0.519615	0.324760	0.194856	0.129904	0.064952
0.7	0.606218	0.378886	0.227332	0.151554	0.075777
0.75	0.649519	0.405949	0.243570	0.162380	0.081190
0.8	0.692820	0.433013	0.259808	0.173205	0.086603
1	0.866025	0.541266	0.324760	0.216506	0.108253
1.25	1.082532	0.676582	0.405949	0.270633	0.135316
1.5	1.299038	0.811899	0.487139	0.324760	0.162380

（续）

螺距 P	H	$\frac{5}{8}H$	$\frac{3}{8}H$	$\frac{1}{4}H$	$\frac{1}{8}H$
1.75	1.515544	0.947215	0.568329	0.378886	0.189443
2	1.732051	1.082532	0.649519	0.433013	0.216506
2.5	2.165063	1.353165	0.811899	0.541266	0.270633
3	2.598076	1.623798	0.974279	0.649519	0.324760
3.5	3.031089	1.894431	1.136658	0.757772	0.378886
4	3.464102	2.165063	1.299038	0.866025	0.433013
4.5	3.897114	2.435696	1.461418	0.974279	0.487139
5	4.330127	2.706329	1.623798	1.082532	0.541266
5.5	4.763140	2.976962	1.786177	1.190785	0.595392
6	5.196152	3.247595	1.948557	1.299038	0.649519
8	6.928203	4.330127	2.598076	1.732051	0.866025

2. 普通螺纹基本尺寸（见表 1-10）

表 1-10　普通螺纹基本尺寸（GB/T 196—2003）



$$D_2 = D - 2 \times \frac{3}{8}H = D - 0.6495P$$

$$d_2 = d - 2 \times \frac{3}{8}H = d - 0.6495P$$

$$D_1 = D - 2 \times \frac{5}{8}H = D - 1.0825P$$

$$d_1 = d - 2 \times \frac{5}{8}H = d - 1.0825P$$

$$\text{其中：} H = \frac{\sqrt{3}}{2}P = 0.866025404P$$

（单位：mm）

公称直径（大径） D、d	螺距 P	中径 D_2、d_2	小径 D_1、d_1
1	0.25 0.2	0.838 0.870	0.729 0.783
1.1	0.25 0.2	0.938 0.970	0.829 0.883
1.2	0.25 0.2	1.038 1.070	0.929 0.983

（续）

公称直径(大径) D、d	螺距 P	中径 D_2、d_2	小径 D_1、d_1
1.4	0.3	1.205	1.075
	0.2	1.270	1.183
1.6	0.35	1.373	1.221
	0.2	1.470	1.383
1.8	0.35	1.573	1.421
	0.2	1.670	1.583
2	0.4	1.740	1.567
	0.25	1.838	1.729
2.2	0.45	1.908	1.713
	0.25	2.038	1.929
2.5	0.45	2.208	2.013
	0.35	2.273	2.121
3	0.5	2.675	2.459
	0.35	2.773	2.621
3.5	0.6	3.110	2.850
	0.35	3.273	3.121
4	0.7	3.545	3.242
	0.5	3.675	3.459
4.5	0.75	4.013	3.688
	0.5	4.175	3.959
5	0.8	4.480	4.134
	0.5	4.675	4.459
5.5	0.5	5.175	4.959
6	1	5.350	4.917
	0.75	5.513	5.188
7	1	6.350	5.917
	0.75	6.513	6.188
8	1.25	7.188	6.647
	1	7.350	6.917
	0.75	7.513	7.188
9	1.25	8.188	7.647
	1	8.350	7.917
	0.75	8.513	8.188

（续）

公称直径(大径) D、d	螺距 P	中径 D_2、d_2	小径 D_1、d_1
10	1.5	9.026	8.376
	1.25	9.188	8.647
	1	9.350	8.917
	0.75	9.513	9.188
11	1.5	10.026	9.376
	1	10.350	9.917
	0.75	10.513	10.188
12	1.75	10.863	10.106
	1.5	11.026	10.376
	1.25	11.188	10.647
	1	11.350	10.917
14	2	12.701	11.835
	1.5	13.026	12.376
	1.25	13.188	12.647
	1	13.350	12.917
15	1.5	14.026	13.376
	1	14.350	13.917
16	2	14.701	13.835
	1.5	15.026	14.376
	1	15.350	14.917
17	1.5	16.026	15.376
	1	16.350	15.917
18	2.5	16.376	15.294
	2	16.701	15.835
	1.5	17.026	16.376
	1	17.350	16.917
20	2.5	18.376	17.294
	2	18.701	17.835
	1.5	19.026	18.376
	1	19.350	18.917
22	2.5	20.376	19.294
	2	20.701	19.835
	1.5	21.026	20.376
	1	21.350	20.917

（续）

公称直径(大径) D、d	螺距 P	中径 D_2、d_2	小径 D_1、d_1
24	3	22.051	20.752
	2	22.701	21.835
	1.5	23.026	22.376
	1	23.350	22.917
25	2	23.701	22.835
	1.5	24.026	23.376
	1	24.350	23.917
26	1.5	25.026	24.376
27	3	25.051	23.752
	2	25.701	24.835
	1.5	26.026	25.376
	1	26.350	25.917
28	2	26.701	25.835
	1.5	27.026	26.376
	1	27.350	26.917
30	3.5	27.727	26.211
	3	28.051	26.752
	2	28.701	27.835
	1.5	29.026	28.376
	1	29.350	28.917
32	2	30.701	29.835
	1.5	31.026	30.376
33	3.5	30.727	29.211
	3	31.051	29.752
	2	31.701	30.835
	1.5	32.026	31.376
35	1.5	34.026	33.376
36	4	33.402	31.670
	3	34.051	32.752
	2	34.701	33.835
	1.5	35.026	34.376

（续）

公称直径(大径) D、d	螺距 P	中径 D_2、d_2	小径 D_1、d_1
38	1.5	37.026	36.376
39	4	36.402	34.670
	3	37.051	35.752
	2	37.701	36.835
	1.5	38.026	37.376
40	3	38.051	36.752
	2	38.701	37.835
	1.5	39.026	38.376
42	4.5	39.077	37.129
	4	39.402	37.670
	3	40.051	38.752
	2	40.701	39.835
	1.5	41.026	40.376
45	4.5	42.077	40.129
	4	42.402	40.670
	3	43.051	41.752
	2	43.701	42.835
	1.5	44.026	43.376
48	5	44.752	42.587
	4	45.402	43.670
	3	46.051	44.752
	2	46.701	45.835
	1.5	47.026	46.376
50	3	48.051	46.752
	2	48.701	47.835
	1.5	49.026	48.376
52	5	48.752	46.587
	4	49.402	47.670
	3	50.051	48.752
	2	50.701	49.835
	1.5	51.026	50.376

（续）

公称直径(大径) D、d	螺距 P	中径 D_2、d_2	小径 D_1、d_1
55	4	52.402	50.670
	3	53.051	51.752
	2	53.701	52.835
	1.5	54.026	53.376
56	5.5	52.428	50.046
	4	53.402	51.670
	3	54.051	52.752
	2	54.701	53.835
	1.5	55.026	54.376
58	4	55.402	53.670
	3	56.051	54.752
	2	56.701	55.835
	1.5	57.026	56.376
60	5.5	56.428	54.046
	4	57.402	55.670
	3	58.051	56.752
	2	58.701	57.835
	1.5	59.026	58.376
62	4	59.402	57.670
	3	60.051	58.752
	2	60.701	59.835
	1.5	61.026	60.376
64	6	60.103	57.505
	4	61.402	59.670
	3	62.051	60.752
	2	62.701	61.835
	1.5	63.026	62.376
65	4	62.402	60.670
	3	63.051	61.752
	2	63.701	62.835
	1.5	64.026	63.376

（续）

公称直径(大径) D、d	螺距 P	中径 D_2、d_2	小径 D_1、d_1
68	6	64.103	61.505
	4	65.402	63.670
	3	66.051	64.752
	2	66.701	65.835
	1.5	67.026	66.376
70	6	66.103	63.505
	4	67.402	65.670
	3	68.051	66.752
	2	68.701	67.835
	1.5	69.026	68.376
72	6	68.103	65.505
	4	69.402	67.670
	3	70.051	68.752
	2	70.701	69.835
	1.5	71.026	70.376
75	4	72.402	70.670
	3	73.051	71.752
	2	73.701	72.835
	1.5	74.026	73.376
76	6	72.103	69.505
	4	73.402	71.670
	3	74.051	72.752
	2	74.701	73.835
	1.5	75.026	74.376
78	2	76.700	75.835
80	6	76.103	73.505
	4	77.402	75.670
	3	78.051	76.752
	2	78.701	77.835
	1.5	79.026	78.376
82	2	80.701	79.835

（续）

公称直径(大径) D、d	螺距 P	中径 D_2、d_2	小径 D_1、d_1
85	6	81.103	78.505
	4	82.402	80.670
	3	83.051	81.752
	2	83.701	82.835
90	6	86.103	83.505
	4	87.402	85.670
	3	88.051	86.752
	2	88.701	87.835
95	6	91.103	88.505
	4	92.402	90.670
	3	93.051	91.752
	2	93.701	92.835
100	6	96.103	93.505
	4	97.402	95.670
	3	98.051	96.752
	2	98.701	97.835
105	6	101.103	98.505
	4	102.402	100.670
	3	103.051	101.752
	2	103.701	102.835
110	6	106.103	103.505
	4	107.402	105.670
	3	108.051	106.752
	2	108.701	107.835
115	6	111.103	108.505
	4	112.402	110.670
	3	113.051	111.752
	2	113.701	112.835

注：1. 粗牙螺纹为同一公称直径螺距最大时的值。

2. 表1-10“基本尺寸”内的螺纹中径和小径值是按图右侧的公式计算的，计算数值圆整到小数点后的第三位。

3. 表1-10“基本尺寸”只列出常用公称直径到115mm的尺寸，GB/T 196—2003基本尺寸规定了公称直径到300mm的尺寸，使用时可查标准。

3. 直径与螺距系列（见表 1-11）

表 1-11　直径与螺距系列（GB/T 193—2003）　　（单位：mm）

公称直径 D、d			螺距 P										
第 1 系列	第 2 系列	第 3 系列	粗牙	细牙									
				3	2	1.5	1.25	1	0.75	0.5	0.35	0.25	0.2
1			0.25										0.2
	1.1		0.25										0.2
1.2			0.25										0.2
	1.4		0.3										0.2
1.6			0.35										0.2
	1.8		0.35										0.2
2			0.4									0.25	
	2.2		0.45									0.25	
2.5			0.45								0.35		
3			0.5								0.35		
	3.5		0.6								0.35		
4			0.7							0.5			
	4.5		0.75							0.5			
5			0.8							0.5			
		5.5								0.5			
6			1						0.75				
	7		1						0.75				
8			1.25					1	0.75				
		9	1.25					1	0.75				
10			1.5				1.25	1	0.75				
		11	1.5			1.5		1	0.75				
12			1.75				1.25	1					
	14		2			1.5	1.25①	1					
		15				1.5		1					
16			2			1.5		1					
		17				1.5		1					
	18		2.5		2	1.5		1					
20			2.5		2	1.5		1					

（续）

公称直径 D、d			螺距 P									
第1系列	第2系列	第3系列	粗牙	细牙								
				3	2	1.5	1.25	1	0.75	0.5	0.35	0.25	0.2
	22		2.5		2	1.5		1					
24			3		2	1.5		1					
		25			2	1.5		1					
		26				1.5							
	27		3		2	1.5		1					
		28			2	1.5		1					
30			3.5	(3)	2	1.5		1					
		32			2	1.5							
	33		3.5	(3)	2	1.5							
		35②				1.5							
36			4	3	2	1.5							
		38				1.5							
	39		4	3	2	1.5							

公称直径 D、d			螺距 P					
第1系列	第2系列	第3系列	粗牙	细牙				
				8	6	4	3	2	1.5
		40					3	2	1.5
42			4.5			4	3	2	1.5
	45		4.5			4	3	2	1.5
48			5			4	3	2	1.5
		50					3	2	1.5
	52		5			4	3	2	1.5
		55				4	3	2	1.5
56			5.5			4	3	2	1.5
		58				4	3	2	1.5
	60		5.5			4	3	2	1.5
		62				4	3	2	1.5
64			6			4	3	2	1.5
		65				4	3	2	1.5
	68		6			4	3	2	1.5
		70			6	4	3	2	1.5

（续）

公称直径 D、d			螺距 P						
第1系列	第2系列	第3系列	粗牙	细牙					
				8	6	4	3	2	1.5
72					6	4	3	2	1.5
		75				4	3	2	1.5
	76				6	4	3	2	1.5
		78						2	
80					6	4	3	2	1.5
		82						2	
	85				6	4	3	2	
90					6	4	3	2	
	95				6	4	3	2	
100					6	4	3	2	
	105				6	4	3	2	
110					6	4	3	2	
	115				6	4	3	2	
	120				6	4	3	2	
125				8	6	4	3	2	
	130			8	6	4	3	2	
		135			6	4	3	2	
140				8	6	4	3	2	
		145			6	4	3	2	
	150			8	6	4	3	2	
		155			6	4	3		
160				8	6	4	3		
		165			6	4	3		
	170			8	6	4	3		
		175			6	4	3		
180				8	6	4	3		
		185			6	4	3		
	190			8	6	4	3		
		195			6	4	3		
200				8	6	4	3		
		205			6	4	3		
	210			8	6	4	3		
		215			6	4	3		

（续）

公称直径 D、d			螺距 P						
第1系列	第2系列	第3系列	粗牙	细牙					
				8	6	4	3	2	1.5
220				8	6	4	3		
		225			6	4	3		
		230		8	6	4	3		
		235			6	4	3		
	240			8	6	4	3		
		245			6	4	3		
250				8	6	4	3		
		255			6	4			
	260			8	6	4			
		265			6	4			
		270		8	6	4			
		275			6	4			
280				8	6	4			
		285			6	4			
		290		8	6	4			
		295			6	4			
	300			8	6	4			

① 仅用于发动机的火花塞。

② 仅用于轴承的锁紧螺母。

最大公称直径见表1-12。

表1-12 最大公称直径 （单位：mm）

螺距	最大公称直径
0.5	22
0.75	33
1	80
1.5	150
2	200
3	300

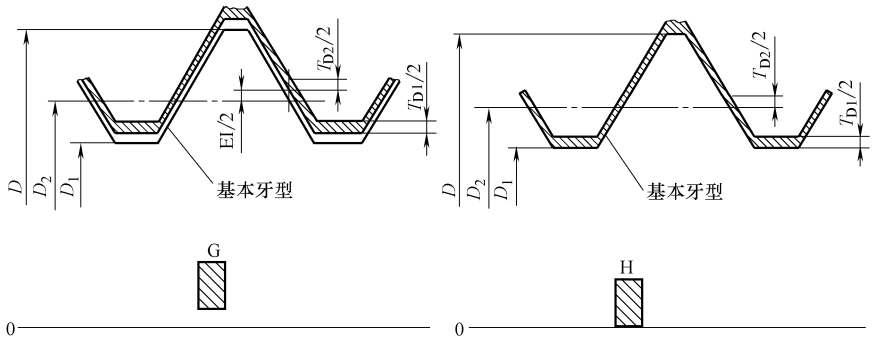
4. 普通螺纹优选系列（见表1-13）

表 1-13　普通螺纹优选系列（GB/T 9144—2003）　　（单位：mm）

公称直径 D、d		螺距 P		公称直径 D、d		螺距 P	
第 1 选择	第 2 选择	粗牙	细牙	第 1 选择	第 2 选择	粗牙	细牙
1		0.25			18	2.5	2　1.5
1.2		0.25		20		2.5	2　1.5
	1.4	0.3			22	2.5	2　1.5
1.6		0.35		24		3	2
	1.8	0.35			27	3	2
2		0.4		30		3.5	2
2.5		0.45			33	3.5	2
3		0.5		36		4	3
	3.5	0.6			39	4	3
4		0.7		42		4.5	3
5		0.8			45	4.5	3
6		1		48		5	3
	7	1			52	5	4
8		1.25	1	56		5.5	4
10		1.5	1.25　1		60	5.5	4
12		1.75	1.5　1.25	64		6	4
	14	2	1.5				
16		2	1.5				

5. 普通螺纹公差（见表 1-14 ~ 表 1-21）

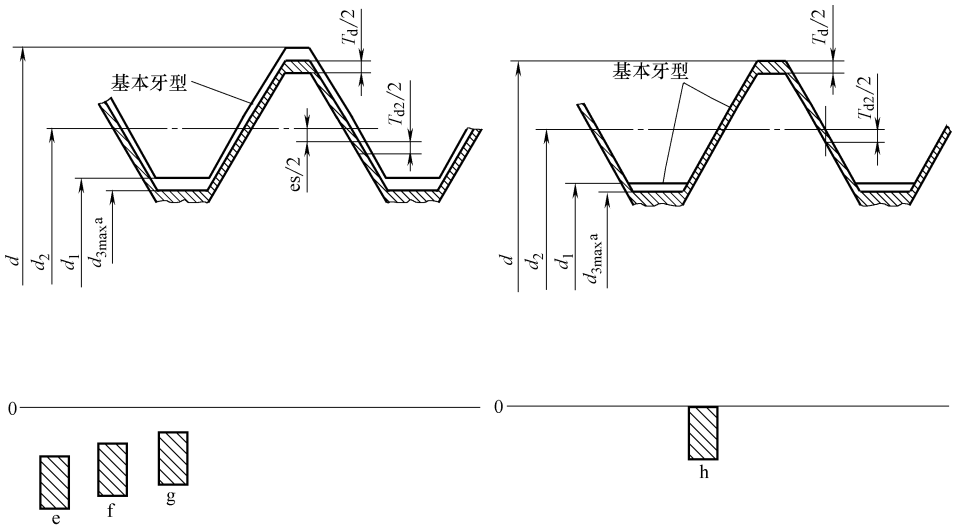
表 1-14　普通螺纹公差图示（GB/T 197—2003）



公差带位置为G　　公差带位置为H

a) 内螺纹的公差带位置

（续）



公差带位置为e、f和g　　公差带位置为h

b)外螺纹的公差带位置

表 1-15　内外螺纹的基本偏差　　（单位：μm）

螺距 P/mm	基本偏差					
	内螺纹		外螺纹			
	G	H	e	f	g	h
	EI	EI	es	es	es	es
0.2	+17	0	—	—	-17	0
0.25	+18	0	—	—	-18	0
0.3	+18	0	—	—	-18	0
0.35	+19	0	—	-34	-19	0
0.4	+19	0	—	-34	-19	0
0.45	+20	0	—	-35	-20	0
0.5	+20	0	-50	-36	-20	0
0.6	+21	0	-53	-36	-21	0
0.7	+22	0	-56	-38	-22	0
0.75	+22	0	-56	-38	-22	0
0.8	+24	0	-60	-38	-24	0
1	+26	0	-60	-40	-26	0

（续）

螺距 P/mm	基本偏差					
	内螺纹		外螺纹			
	G EI	H EI	e es	f es	g es	h es
1.25	+28	0	−63	−42	−28	0
1.5	+32	0	−67	−45	−32	0
1.75	+34	0	−71	−48	−34	0
2	+38	0	−71	−52	−38	0
2.5	+42	0	−80	−58	−42	0
3	+48	0	−85	−63	−48	0
3.5	+53	0	−90	−70	−53	0
4	+60	0	−95	−75	−60	0
4.5	+63	0	−100	−80	−63	0
5	+71	0	−106	−85	−71	0
5.5	+75	0	−112	−90	−75	0
6	+80	0	−118	−95	−80	0
8	+100	0	−140	−118	−100	0

表 1-16　内螺纹小径公差（T_{D_1}）　　（单位：μm）

螺距 P/mm	公差等级				
	4	5	6	7	8
0.2	38	—	—	—	—
0.25	45	56	—	—	—
0.3	53	67	85	—	—
0.35	63	80	100	—	—
0.4	71	90	112	—	—
0.45	80	100	125	—	—
0.5	90	112	140	180	—
0.6	100	125	160	200	—
0.7	112	140	180	224	—
0.75	118	150	190	236	—
0.8	125	160	200	250	315
1	150	190	236	300	375
1.25	170	212	265	335	425
1.5	190	236	300	375	475
1.75	212	265	335	425	530

（续）

螺距 P/mm	公差等级				
	4	5	6	7	8
2	236	300	375	475	600
2.5	280	355	450	560	710
3	315	400	500	630	800
3.5	355	450	560	710	900
4	375	475	600	750	950
4.5	425	530	670	850	1060
5	450	560	710	900	1120
5.5	475	600	750	950	1180
6	500	630	800	1000	1250
8	630	800	1000	1250	1600

表 1-17 外螺纹大径公差（T_d） （单位：μm）

螺距 P/mm	公差等级			螺距 P/mm	公差等级		
	4	6	8		4	6	8
0.2	36	56	—	1.25	132	212	335
0.25	42	67	—	1.5	150	236	375
0.3	48	75	—	1.75	170	265	425
0.35	53	85	—	2	180	280	450
0.4	60	95	—	2.5	212	335	530
0.45	63	100	—	3	236	375	600
0.5	67	106	—	3.5	265	425	670
0.6	80	125	—	4	300	475	750
0.7	90	140	—	4.5	315	500	800
0.75	90	140	—	5	335	530	850
0.8	95	150	236	5.5	355	560	900
1	112	180	280	6	375	600	950
				8	450	710	1180

表 1-18 内螺纹中径公差（T_{D_2}） （单位：μm）

基本大径 D/mm		螺距 P/mm	公差等级				
>	≤		4	5	6	7	8
0.99	1.4	0.2	40	—	—	—	—
		0.25	45	56	—	—	—
		0.3	48	60	75	—	—

（续）

基本大径 D/mm		螺距	公差等级				
>	≤	P/mm	4	5	6	7	8
1.4	2.8	0.2	42	—	—	—	—
		0.25	48	60	—	—	—
		0.35	53	67	85	—	—
		0.4	56	71	90	—	—
		0.45	60	75	95	—	—
2.8	5.6	0.35	56	71	90	—	—
		0.5	63	80	100	125	—
		0.6	71	90	112	140	—
		0.7	75	95	118	150	—
		0.75	75	95	118	150	—
		0.8	80	100	125	160	200
5.6	11.2	0.75	85	106	132	170	—
		1	95	118	150	190	236
		1.25	100	125	160	200	250
		15	112	140	180	224	280
11.2	22.4	1	100	125	160	200	250
		1.25	112	140	180	224	280
		1.5	118	150	190	236	300
		1.75	125	160	200	250	315
		2	132	170	212	265	335
		2.5	140	180	224	280	355
22.4	45	1	106	132	170	212	—
		1.5	125	160	200	250	315
		2	140	180	224	280	355
		3	170	212	265	335	425
		3.5	180	224	280	355	450
		4	190	236	300	375	475
		4.5	200	250	315	400	500
45	90	1.5	132	170	212	265	335
		2	150	190	236	300	375
		3	180	224	280	355	450
		4	200	250	315	400	500
		5	212	265	335	425	530
		5.5	224	280	355	450	560
		6	236	300	375	475	600

（续）

基本大径 D/mm		螺距	公差等级				
>	≤	P/mm	4	5	6	7	8
90	180	2	160	200	250	315	400
		3	190	236	300	375	475
		4	212	265	335	425	530
		6	250	315	400	500	630
		8	280	355	450	560	710
180	355	3	212	265	335	425	530
		4	236	300	375	475	600
		6	265	335	425	530	670
		8	300	375	475	600	750

表 1-19 外螺纹中径公差（T_{d_2}） （单位：μm）

基本大径 d/mm		螺距	公差等级						
>	≤	P/mm	3	4	5	6	7	8	9
0.99	1.4	0.2	24	30	38	48	—	—	—
		0.25	26	34	42	53	—	—	—
		0.3	28	36	45	56	—	—	—
1.4	2.8	0.2	25	32	40	50	—	—	—
		0.25	28	36	45	56	—	—	—
		0.35	32	40	50	63	80	—	—
		0.4	34	42	53	67	85	—	—
		0.45	36	45	56	71	90	—	—
2.8	5.6	0.35	34	42	53	67	85	—	—
		0.5	38	48	60	75	95	—	—
		0.6	42	53	67	85	106	—	—
		0.7	45	56	71	90	112	—	—
		0.75	45	56	71	90	112	—	—
		0.8	48	60	75	95	118	150	190
5.6	11.2	0.75	50	63	80	100	125	—	—
		1	56	71	90	112	140	180	224
		1.25	60	75	95	118	150	190	236
		1.5	67	85	106	132	170	212	265

（续）

基本大径 d/mm		螺距	公差等级						
>	≤	P/mm	3	4	5	6	7	8	9
11.2	22.4	1	60	75	95	118	150	190	236
		1.25	67	85	106	132	170	212	265
		1.5	71	90	112	140	180	224	280
		1.75	75	95	118	150	190	236	300
		2	80	100	125	160	200	250	315
		2.5	85	106	132	170	212	265	335
22.4	45	1	63	80	100	125	160	200	250
		1.5	75	95	118	150	190	236	300
		2	85	106	132	170	212	265	335
		3	100	125	160	200	250	315	400
		3.5	106	132	170	212	265	335	425
		4	112	140	180	224	280	355	450
		4.5	118	150	190	236	300	375	475
45	90	1.5	80	100	125	160	200	250	315
		2	90	112	140	180	224	280	355
		3	106	132	170	212	265	335	425
		4	118	150	190	236	300	375	475
		5	125	160	200	250	315	400	500
		5.5	132	170	212	265	335	425	530
		6	140	180	224	280	355	450	560
90	180	2	95	118	150	190	236	300	375
		3	112	140	180	224	280	355	450
		4	125	160	200	250	315	400	500
		6	150	190	236	300	375	475	600
		8	170	212	265	335	425	530	670
180	355	3	125	160	200	250	315	400	500
		4	140	180	224	280	355	450	560
		6	160	200	250	315	400	500	630
		8	180	224	280	355	450	560	710

注：按下面规定选取螺纹顶径和中径的公差等级：内螺纹小径 D_1：4 级、5 级、6 级、7 级、8 级；外螺纹大径 d：4 级、6 级、8 级；内螺纹中径 D_2：4 级、5 级、6 级、7 级、8 级；外螺纹中径 d_2：3 级、4 级、5 级、6 级、7 级、8 级、9 级。各公差值见表 1-14 ~ 表 1-19。

表 1-20 内螺纹的推荐公差带

公差等级	公差带位置 G			公差带位置 H		
	S	N	L	S	N	L
精密	—	—	—	4H	5H	6H
中等	(5G)	6G	(7G)	5H	6H	7H
粗糙	—	(7G)	(8G)	—	7H	8H

表 1-21 外螺纹的推荐公差带

公差精度	公差带位置 e			公差带位置 f			公差带位置 g			公差带位置 h		
	S	N	L	S	N	L	S	N	L	S	N	L
精密	—	—	—	—	—	—	—	(4g)	(5g4g)	(3h4h)	4h	(5h4h)
中等	—	6e	(7e6e)		6f	—	(5g6g)	6g	(7g6g)	(5h6h)	6h	(7h6h)
粗糙	—	(8e)	(9e8e)	—	—	—		8g	(9g8g)	—	—	—

注：1. 公差精度根据使用场合，螺纹的公差精度分为三级：精密，用于精密螺纹；中等，用于一般用途螺纹；粗糙，用于制造螺纹有困难的场合，例如在热轧棒料上和深不通孔内加工螺纹。

2. 推荐公差带及其选用原则：宜优先按表 1-20 和表 1-21 的规定选取螺纹公差带。除特殊情况外，表 1-21 和表 1-22 以外的其他公差带不宜选用。

3. 螺纹公差带代号的标注方法见表 1-23。如果不知道螺纹旋合长度的实际值（例如标准螺栓），推荐按中等旋合长度（N）选取螺纹公差带。公差带优先选用顺序为：粗字体公差带、一般字体公差带、括号内公差带。带方框的粗字体公差带用于大量生产的紧固件螺纹。

4. 内、外螺纹的公差带组合：表 1-20 的内螺纹公差带能与表 1-21 的外螺纹公差带形成任意组合，但是，为了保证内、外螺纹间有足够的螺纹接触高度，推荐完工后的螺纹零件宜优先组成 H/g、H/h 或 G/h 配合，对公称直径≤1.4mm 的螺纹，应选用 5H/6h、4H/6h 或更精密的配合。

5. 按下面规定选取内、外螺纹的公差带位置：内螺纹：G—其基本偏差（El）为正值，见表 1-14 图 a；H—其基本偏差（El）为零，见表 1-14 图 a。外螺纹：e、f、g—其基本偏差（es）为负值，见表 1-14 图 b；h—其基本偏差（es）为零，见表 1-14 图 b。

6. 螺纹的旋合长度（见表 1-22）

表 1-22 螺纹的旋合长度（摘自 GB/T 197—2003） （单位：mm）

基本大径 D、d		螺距 P	旋合长度			
			S	N		L
>	≤		≤	>	≤	>
0.99	1.4	0.2 0.25 0.3	0.5 0.6 0.7	0.5 0.6 0.7	1.4 1.7 2	1.4 1.7 2

（续）

基本大径 D、d		螺距 P	旋合长度			
			S	N		L
>	≤		≤	>	≤	>
1.4	2.8	0.2 0.25 0.35 0.4 0.45	0.5 0.6 0.8 1 1.3	0.5 0.6 0.8 1 1.3	1.5 1.9 2.6 3 3.8	1.5 1.9 2.6 3 3.8
2.8	5.6	0.35 0.5 0.6 0.7 0.75 0.8	1 1.5 1.7 2 2.2 2.5	1 1.5 1.7 2 2.2 2.5	3 4.5 5 6 6.7 7.5	3 4.5 5 6 6.7 7.5
5.6	11.2	0.75 1 1.25 1.5	2.4 3 4 5	2.4 3 4 5	7.1 9 12 15	7.1 9 12 15
11.2	22.4	1 1.25 1.5 1.75 2 2.5	3.8 4.5 5.6 6 8 10	3.8 4.5 5.6 6 8 10	11 13 16 18 24 30	11 13 16 18 24 30
22.4	45	1 1.5 2 3 3.5 4 4.5	4 6.3 8.5 12 15 18 21	4 6.3 8.5 12 15 18 21	12 19 25 36 45 53 63	12 19 25 36 45 53 63

（续）

基本大径 D、d		螺距 P	旋合长度			
			S	N		L
>	≤		≤	>	≤	>
45	90	1.5	7.5	7.5	22	22
		2	9.5	9.5	28	28
		3	15	15	45	45
		4	19	19	56	56
		5	24	24	71	71
		5.5	28	28	85	85
		6	32	32	95	95
90	180	2	12	12	36	36
		3	18	18	53	53
		4	24	24	71	71
		6	36	36	106	106
		8	45	45	132	132
180	355	3	20	20	60	60
		4	26	26	80	80
		6	40	40	118	118
		8	50	50	150	150

注：旋合长度分为三组，分别为短旋合长度组（S）、中等旋合长度组（N）和长旋合长度组（L）。

7. 三角形螺纹标记（见表1-23）

表1-23 三角形螺纹标记（摘自 GB/T 197—2003）

螺纹标记	完整的螺纹标记由螺纹特征代号、尺寸代号、公差带代号及其他有必要做进一步说明的个别信息组成	
螺纹特征代号	用字母“M”表示	
尺寸代号		
螺纹头数	说明	标注示例
单线螺纹	尺寸代号为：“公称直径×螺距”，公称直径和螺距数值的单位为毫米。粗牙螺纹可以省略标注其螺距项	公称直径为8mm，螺距为1mm的单线细牙螺纹：M8×1 公称直径为8mm，螺距为1.25mm的单线粗牙螺纹：M8×1.25

（续）

尺寸代号		
螺纹头数	说　明	标注示例
多线螺纹	尺寸代号为“公称直径×Ph 导程 P 螺距”，公称直径、导程和螺距数值的单位为毫米。如果要进一步表明螺纹的线数，可在后面增加括号说明（使用英语进行说明例如双线为 two starts；三线为 three starts；四线为 four starts）	公称直径为 16mm，螺距为 1.5mm、导程为 3mm 的双线螺纹： M16 × Ph3P1.5 或 M16 × Ph3P1.5（two starts）

公差带代号		
代号内容	公差带代号包含中径公差带代号和顶径公差带代号	
公差带代号标注	说　明	标注示例
	中径公差带代号在前，顶径公差带代号在后。各直径的公差带代号由表示公差等级的数值和表示公差带位置的字母（内螺纹用大写字母；外螺纹用小写字母）组成。如果中径公差带代号与顶径公差带代号相同，则应只标注一个公差带代号。螺纹尺寸代号与公差带间用“—”号分开	中径公差带为 5g、顶径公差带为 6g 的外螺纹：M10×1—5g6g 中径公差带和顶径公差带为 6g 的粗牙外螺纹：M10—6g 中径公差带为 5H、顶径公差带为 6H 的内螺纹：M10×1—5H6H 中径公差带和顶径公差带为 6H 的粗牙内螺纹：M10—6H
	在下列情况下，中等公差精度螺纹不标注其公差带代号 内螺纹： —5H 公称直径≤1.4mm 时 —6H 公称直径≥1.6mm 时 注：对螺距为 0.2mm 的螺纹，其公差等级为 4 级 外螺纹： —6h 公称直径≤1.4mm 时 —6g 公称直径≥1.6mm 时	中径公差带和顶径公差带为 6g、中等公差精度的粗牙外螺纹：M10 中径公差带和顶径公差带为 6H、中等公差精度的粗牙内螺纹：M10

（续）

公差带代号		
代号内容	公差带代号包含中径公差带代号和顶径公差带代号	
公差带代号标注	说　明	标注示例
	表示内、外螺纹配合时，内螺纹公差带代号在前，外螺纹公差带代号在后，中间用斜线分开	公差带为6H的内螺纹与公差带为5g6g的外螺纹组成配合： M20×2—6H/5g6g 公差带为6H的内螺纹与公差带为6g的外螺纹组成配合（中等公差精度、粗牙）：M6
	标记内有必要说明的其他信息包括螺纹的旋合长度和旋向 对短旋合长度组和长旋合长度组的螺纹，宜在公差带代号后分别标注“S”和“L”代号。旋合长度代号与公差带间用“—”号分开，中等旋合长度组螺纹不标注旋合长度代号（N）	短旋合长度的内螺纹： M20×2—5H—S 长旋合长度的内、外螺纹： M6—7H/7g6g—L 中等旋合长度的外螺纹（粗牙、中等精度的6g公差带）：M6
	对左旋螺纹，应在旋合长度代号之后标注“LH”代号。旋合长度代号与旋向代号间用“—”号分开 右旋螺纹不标注旋向代号	左旋螺纹： M8×1—LH（公差带代号和旋合长度代号被省略） M6×0.75—5h6h—S—LH M14×Ph6P2—7H—L—LH 或 M14×Ph6P2（three starts）—7H—L—LH 右旋螺纹： M6（螺距、公差带代号、旋合长度代号和旋向代号被省略）

8. 普通螺纹极限偏差（见表 1-24）

表 1-24　普通螺纹极限偏差（摘自 GB/T 2516—2003）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
1.4	2.8	0.2	—	—	—	—	—	3h4h	0	-25	0	-36	-29
			4H	+42	0	+38	0	4h	0	-32	0	-36	-29
			5G	—	—	—	—	5g6g	-17	-57	-17	-73	-46
			5H	—	—	—	—	5h4h	0	-40	0	-36	-29
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-40	0	-56	-29
			—	—	—	—	—	6e	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	6f	-32	-82	-32	-88	-61
			6G	—	—	—	—	6g	-17	-67	-17	-73	-46
			6H	—	—	—	—	6h	0	-50	0	-56	-29
			—	—	—	—	—	7e6e	—	—	—	—	—
			7G	—	—	—	—	7g6g	—	—	—	—	—
			7H	—	—	—	—	7h6h	—	—	—	—	—
			8G	—	—	—	—	8g	—	—	—	—	—
			8H	—	—	—	—	9g8g	—	—	—	—	—
		0.25	—	—	—	—	—	3h4h	0	-28	0	-42	-36
			4H	+48	0	+45	0	4h	0	-36	0	-42	-36
			5G	+78	+18	+74	+18	5g6g	-18	-63	-18	-85	-54
			5H	+60	0	+56	0	5h4h	0	-45	0	-42	-36
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-45	0	-67	-36
			—	—	—	—	—	6e	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	6f	-33	-89	-33	-100	-69
			6G	—	—	—	—	6g	-18	-74	-18	-85	-54
			6H	—	—	—	—	6h	0	-56	0	-67	-36
			—	—	—	—	—	7e6e	—	—	—	—	—
			7G	—	—	—	—	7g6g	—	—	—	—	—
			7H	—	—	—	—	7h6h	—	—	—	—	—
			8G	—	—	—	—	8g	—	—	—	—	—
			8H	—	—	—	—	9g8g	—	—	—	—	—
		0.35	—	—	—	—	—	3h4h	0	-32	0	-53	-51
			4H	+53	0	+63	0	4h	0	-40	0	-53	-51
			5G	+86	+19	+99	+19	5g6g	-19	-69	-19	-104	-70
			5H	+67	0	+80	0	5h4h	0	-50	0	-53	-51
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-50	0	-85	-51
			—	—	—	—	—	6e	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	6f	-34	-97	-34	-119	-85
			6G	+104	+19	+119	+19	6g	-19	-82	-19	-104	-70
			6H	+85	0	+100	0	6h	0	-63	0	-85	-51
			—	—	—	—	—	7e6e	—	—	—	—	—
			7G	—	—	—	—	7g6g	-19	-99	-19	-104	-70
			7H	—	—	—	—	7h6h	0	-80	0	-85	-51
			8G	—	—	—	—	8g	—	—	—	—	—
			8H	—	—	—	—	9g8g	—	—	—	—	—

（续）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
1.4	2.8	0.4	—	—	—	—	—	3h4h	0	-34	0	-60	-58
			4H	+56	0	+71	0	4h	0	-42	0	-60	-58
			5G	+90	+19	+109	+19	5g6g	-19	-72	-19	-114	-77
			5H	+71	0	+90	0	5h4h	0	-53	0	-60	-58
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-53	0	-95	-58
			—	—	—	—	—	6e	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	6f	-34	-101	-34	-129	-92
			6G	+109	+19	+131	+19	6g	-19	-86	-19	-114	-77
			6H	+90	0	+112	0	6h	0	-67	0	-95	-58
			—	—	—	—	—	7e6e	—	—	—	—	—
			7G	—	—	—	—	7g6g	-19	-104	-19	-114	-77
			7H	—	—	—	—	7h6h	0	-85	0	-95	-58
			8G	—	—	—	—	8g	—	—	—	—	—
			8H	—	—	—	—	9g8g	—	—	—	—	—
		0.45	—	—	—	—	—	3h4h	0	-36	0	-63	-65
			4H	+60	0	+80	0	4h	0	-45	0	-63	-65
			5G	+95	+20	+120	+20	5g6g	-20	-76	-20	-120	-85
			5H	+75	0	+100	0	5h4h	0	-56	0	-63	-65
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-56	0	-100	-65
			—	—	—	—	—	6e	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	6f	-35	-106	-35	-135	-100
			6G	+115	+20	+145	+20	6g	-20	-91	-20	-120	-85
			6H	+95	0	+125	0	6h	0	-71	0	-100	-65
			—	—	—	—	—	7e6e	—	—	—	—	—
			7G	—	—	—	—	7g6g	-20	-110	-20	-120	-85
			7H	—	—	—	—	7h6h	0	-90	0	-100	-65
			8G	—	—	—	—	8g	—	—	—	—	—
			8H	—	—	—	—	9g8g	—	—	—	—	—
2.8	5.6	0.35	—	—	—	—	—	3h4h	0	-34	0	-53	-51
			4H	+56	0	+63	0	4h	0	-42	0	-53	-51
			5G	+90	+19	+99	+19	5g6g	-19	-72	-19	-104	-70
			5H	+71	0	+80	0	5h4h	0	-53	0	-53	-51
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-53	0	-85	-51
			—	—	—	—	—	6e	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	6f	-34	-101	-34	-119	-85
			6G	+109	+19	+119	+19	6g	-19	-86	-19	-104	-70
			6H	+90	0	+100	0	6h	0	-67	0	-85	-51
			—	—	—	—	—	7e6e	—	—	—	—	—
			7G	—	—	—	—	7g6g	-19	-104	-19	-104	-70
			7H	—	—	—	—	7h6h	0	-85	0	-85	-51
			8G	—	—	—	—	8g	—	—	—	—	—
			8H	—	—	—	—	9g8g	—	—	—	—	—

（续）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
2.8	5.6	0.5	—	—	—	—	—	3h4h	0	-38	0	-67	-72
			4H	+63	0	+90	0	4h	0	-48	0	-67	-72
			5G	+100	+20	+132	+20	5g6g	-20	-80	-20	-126	-92
			5H	+80	0	+112	0	5h4h	0	-60	0	-67	-72
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-60	0	-106	-72
			—	—	—	—	—	6e	-50	-125	-50	-156	-122
			—	—	—	—	—	6f	-36	-111	-36	-142	-108
			6G	+120	+20	+160	+20	6g	-20	-95	-20	-126	-92
			6H	+100	0	+140	0	6h	0	-75	0	-106	-72
			—	—	—	—	—	7e6e	-50	-145	-50	-156	-122
			7G	+145	+20	+200	+20	7g6g	-20	-115	-20	-126	-92
			7H	+125	0	+180	0	7h6h	0	-95	0	-106	-72
			8G	—	—	—	—	8g	—	—	—	—	—
			8H	—	—	—	—	9g8g	—	—	—	—	—
		0.6	—	—	—	—	—	3h4h	0	-42	0	-80	-87
			4h	+71	0	+100	0	4h	0	-53	0	-80	-87
			5G	+111	+21	+146	+21	5g6g	-21	-88	-21	-146	-108
			5H	+90	0	+125	0	5h4h	0	-67	0	-80	-87
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-67	0	-125	-87
			—	—	—	—	—	6e	-53	-138	-53	-178	-140
			—	—	—	—	—	6f	-36	-121	-36	-161	-123
			6G	+133	+21	+181	+21	6g	-21	-106	-21	-146	-108
			6H	+112	0	+160	0	6h	0	-85	0	-125	-87
			—	—	—	—	—	7e6e	-53	-159	-53	-178	-140
			7G	+161	+21	+221	+21	7g6g	-21	-127	-21	-146	-108
			7H	+140	0	+200	0	7h6h	0	-106	0	-125	-87
			8G	—	—	—	—	8g	—	—	—	—	—
			8H	—	—	—	—	9g8g	—	—	—	—	—
		0.7	—	—	—	—	—	3h4h	0	-45	0	-90	-101
			4H	+75	0	+112	0	4h	0	-56	0	-90	-101
			5G	+117	+22	+162	+22	5g6g	-22	-93	-22	-162	-123
			5H	+95	0	+140	0	5h4h	0	-71	0	-90	-101
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-71	0	-140	-101
			—	—	—	—	—	6e	-56	-146	-56	-196	-157
			—	—	—	—	—	6f	-38	-128	-38	-178	-139
			6G	+140	+22	+202	+22	6g	-22	-112	-22	-162	-123
			6H	+118	0	+180	0	6h	0	-90	0	-140	-101
			—	—	—	—	—	7e6e	-56	-168	-56	-196	-157
			7G	+172	+22	+246	+22	7g6g	-22	-134	-22	-162	-123
			7H	+150	0	+224	0	7h6h	0	-112	0	-140	-101
			8G	—	—	—	—	8g	—	—	—	—	—
			8H	—	—	—	—	9g8g	—	—	—	—	—

（续）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
2.8	5.6	0.75	—	—	—	—	—	3h4h	0	-45	0	-90	-108
			4H	+75	0	+118	0	4h	0	-56	0	-90	-108
			5G	+117	+22	+172	+22	5g6g	-22	-93	-22	-162	-130
			5H	+95	0	+150	0	6h4h	0	-71	0	-90	-108
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-71	0	-140	-108
			—	—	—	—	—	6e	-56	-146	-56	-196	-164
			—	—	—	—	—	6f	-38	-128	-38	-178	-146
			6G	+140	+22	+212	+22	6g	-22	-112	-22	-162	-130
			6H	+118	0	+190	0	6h	0	-90	0	-140	-108
			—	—	—	—	—	7e6e	-56	-168	-56	-196	-164
			7G	+172	+22	+258	+22	7g6g	-22	-134	-22	-162	-130
			7H	+150	0	+236	0	7h6h	0	-112	0	-140	-108
			8G	—	—	—	—	8g	—	—	—	—	—
			8H	—	—	—	—	9g8g	—	—	—	—	—
		0.8	—	—	—	—	—	3h4h	0	-48	0	-95	-115
			4H	+80	0	+125	0	4h	0	-60	0	-95	-115
			5G	+124	+24	+184	+24	5g6g	-24	-99	-24	-174	-140
			5H	+100	0	+160	0	5h4h	0	-75	0	-95	-115
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-75	0	-150	-115
			—	—	—	—	—	6e	-60	-155	-60	-210	-176
			—	+149	—	—	—	6f	-38	-133	-38	-188	-153
			6G	+125	+24	+224	+24	6g	-24	-119	-24	-174	-140
			6H	—	0	+200	0	6h	0	-95	0	-150	-115
			—	+184	—	—	—	7e6e	-60	-178	-60	-210	-176
			7G	+160	+24	+274	+24	7g6g	-24	-142	-24	-174	-140
			7H	+224	0	+250	0	7h6h	0	-118	0	-150	-115
			8G	+200	+24	+339	+24	8g	-24	-174	-24	-260	-140
			8H	—	0	+315	0	9g8g	-24	-214	-24	-260	-140
5.6	11.2	0.75	—	—	—	—	—	3h4h	0	-50	0	-90	-108
			4H	+85	0	+118	0	4h	0	-63	0	-90	-108
			5G	+128	+22	+172	+22	5g6g	-22	-102	-22	-162	-130
			5H	+106	0	+150	0	5h4h	0	-80	0	-90	-108
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-80	0	-140	-108
			—	—	—	—	—	6e	-56	-156	-56	-196	-164
			—	—	—	—	—	6f	-38	-138	-38	-178	-146
			6G	+154	+22	+212	+22	6g	-22	-122	-22	-162	-130
			6H	+132	0	+190	0	6h	0	-100	0	-140	-108
			—	—	—	—	—	7e6e	-56	-181	-56	-196	-164
			7G	+192	+22	+258	+22	7g6g	-22	-147	-22	-162	-130
			7H	+170	0	+236	0	7h6h	0	-125	0	-140	-108
			8G	—	—	—	—	8g	—	—	—	—	—
			8H	—	—	—	—	9g8g	—	—	—	—	—

（续）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
5.6	11.2	1	—	—	—	—	—	3h4h	0	-56	0	-112	-144
			4H	+95	0	+150	0	4h	0	-71	0	-112	-144
			5G	+144	+26	+216	+26	5g6g	-26	-116	-26	-206	-170
			5H	+118	0	+190	0	5h4h	0	-90	0	-112	-144
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-90	0	-180	-144
			—	—	—	—	—	6e	-60	-172	-60	-240	-204
			—	—	—	—	—	6f	-40	-152	-40	-220	-184
			6G	+176	+26	+262	+26	6g	-26	-138	-26	-206	-170
			6H	+150	0	+236	0	6h	0	-112	0	-180	-144
			—	—	—	—	—	7e6e	-60	-200	-60	-240	-204
			7G	+216	+26	+326	+26	7g6g	-26	-166	-26	-206	-170
			7H	+190	0	+300	0	7h6h	0	-140	0	-180	-144
			8G	+262	+26	+401	+26	8g	-26	-206	-26	-306	-170
			8H	+236	0	+375	0	9g8g	-26	-250	-26	-306	-170
		1.25	—	—	—	—	—	3h4h	0	-60	0	-132	-180
			4H	+100	0	+170	0	4h	0	-75	0	-132	-180
			5G	+153	+28	+240	+28	5g6g	-28	-123	-28	-240	-208
			5H	+125	0	+212	0	5h4h	0	-95	0	-132	-180
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-95	0	-212	-180
			—	—	—	—	—	6e	-63	-181	-63	-275	-243
			—	—	—	—	—	6f	-42	-160	-42	-254	-222
			6G	+188	+28	+293	+28	6g	-28	-146	-28	-240	-208
			6H	+160	0	+265	0	6h	0	-118	0	-212	-180
			—	—	—	—	—	7e6e	-63	-213	-63	-275	-243
			7G	+228	+28	+363	+28	7g6g	-28	-178	-28	-240	-208
			7H	+200	0	+335	0	7h6h	0	-150	0	-212	-180
			8G	+278	+28	+453	+28	8g	-28	-218	-28	-363	-208
			8H	+250	0	+425	0	9g8g	-28	-264	-28	-363	-208
		1.5	—	—	—	—	—	3h4h	0	-67	0	-150	-217
			4H	+112	0	+190	0	4h	0	-85	0	-150	-217
			5G	+172	+32	+268	+32	5g6g	-32	-138	-32	-268	-249
			5H	+140	0	+236	0	5h4h	0	-106	0	-150	-217
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-106	0	-236	-217
			—	—	—	—	—	6e	-67	-199	-67	-303	-284
			—	—	—	—	—	6f	-45	-177	-45	-281	-262
			6G	+212	+32	+332	+32	6g	-32	-164	-32	-268	-249
			6H	+180	0	+300	0	6h	0	-132	0	-236	-217
			—	—	—	—	—	7e6e	-67	-237	-67	-303	-284
			7G	+256	+32	+407	+32	7g6g	-32	-202	-32	-268	-249
			7H	+224	0	+375	0	7h6h	0	-170	0	-236	-217
			8G	+312	+32	+507	+32	8g	-32	-244	-32	-407	-249
			8H	+280	0	+475	0	9g8g	-32	-297	-32	-407	-249

（续）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
11.2	22.4	1	—	—	—	—	—	3h4h	0	-60	0	-112	-144
			4H	+100	0	+150	0	4h	0	-75	0	-112	-144
			5G	+151	+26	+216	+26	5g6g	-26	-121	-26	-206	-170
			5H	+125	0	+190	0	5h4h	0	-95	0	-112	-144
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-95	0	-180	-144
			—	—	—	—	—	6e	-60	-178	-60	-240	-204
			—	—	—	—	—	6f	-40	-158	-40	-220	-184
			6G	+186	+26	+262	+26	6g	-26	-144	-26	-206	-170
			6H	+160	0	+236	0	6h	0	-118	0	-180	-144
			—	—	—	—	—	7e6e	-60	-210	-60	-240	-204
			7G	+226	+26	+326	+26	7g6g	-26	-176	-26	-206	-170
			7H	+200	0	+300	0	7h6h	0	-150	0	-180	-144
			8G	+276	+26	+401	+26	8g	-26	-216	-26	-306	-170
			8H	+250	0	+375	0	9g8g	-26	-262	-26	-306	-170
		1.25	—	—	—	—	—	3h4h	0	-67	0	-132	-180
			4H	+112	0	+170	0	4h	0	-85	0	-132	-180
			5G	+168	+28	+240	+28	5g6g	-28	-134	-28	-240	-208
			5H	+140	0	+212	0	5h4h	0	-106	0	-132	-180
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-106	0	-212	-180
			—	—	—	—	—	6e	-63	-195	-63	-275	-243
			—	—	—	—	—	6f	-42	-174	-42	-254	-222
			6G	+208	+28	+293	+28	6g	-28	-160	-28	-240	-208
			6H	+180	0	+265	0	6h	0	-132	0	-212	-180
			—	—	—	—	—	7e6e	-63	-233	-63	-275	-243
			7G	+252	+28	+363	+28	7g6g	-28	-198	-28	-240	-208
			7H	+224	0	+335	0	7h6h	0	-170	0	-212	-180
			8G	+308	+28	+453	+28	8g	-28	-240	-28	-363	-208
			8H	+280	0	+425	0	9g8g	-28	-293	-28	-363	-208
		1.5	—	—	—	—	—	3h4h	0	-71	0	-150	-217
			4H	+118	0	+190	0	4h	0	-90	0	-180	-217
			5G	+182	+32	+268	+32	5g6g	-32	-144	-32	-268	-249
			5H	+150	0	+236	0	5h4h	0	-112	0	-160	-217
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-112	0	-236	-217
			—	—	—	—	—	6e	-67	-207	-67	-303	-284
			—	—	—	—	—	6f	-45	-185	-45	-281	-262
			6G	+222	+32	+332	+32	6g	-32	-172	-32	-268	-249
			6H	+190	0	+300	0	6h	0	-140	0	-236	-217
			—	—	—	—	—	7e6e	-67	-247	-67	-303	-284
			7G	+268	+32	+407	+32	7g6g	-32	-212	-32	-268	-249
			7H	+236	0	+375	0	7h6h	0	-180	0	-236	-217
			8G	+332	+32	+507	+32	8g	-32	-256	-32	-407	-249
			8H	+300	0	+475	0	9g8g	-32	-312	-32	-407	-249

（续）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
11.2	22.4	1.75	—	—	—	—	—	3h4h	0	-75	0	-170	-253
			4H	+125	0	+212	0	4h	0	-95	0	-170	-253
			5G	+194	+34	+299	+34	5g6g	-34	-152	-34	-299	-287
			5H	+160	0	+265	0	5h4h	0	-118	0	-170	-253
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-118	0	-265	-253
			—	—	—	—	—	6e	-71	-221	-71	-336	-324
			—	—	—	—	—	6f	-48	-198	-48	-313	-301
			6G	+234	+34	+369	+34	6g	-34	-184	-34	-299	-287
			6H	+200	0	+335	0	6h	0	-150	0	-265	-253
			—	—	—	—	—	7e6e	-71	-261	-71	-336	-324
			7G	+284	+34	+459	+34	7g6g	-34	-224	-34	-299	-287
			7H	+250	0	+425	0	7h6h	0	-190	0	-265	-253
			8G	+349	+34	+564	+34	8g	-34	-270	-34	-459	-287
			8H	+315	0	+530	0	9g8g	-34	-334	-34	-459	-287
		2	—	—	—	—	—	3h4h	0	-80	0	-180	-289
			4H	+132	0	+236	0	4h	0	-100	0	-180	-289
			5G	+208	+38	+338	+38	5g6g	-38	-163	-38	-318	-327
			5H	+170	0	+300	0	5h4h	0	-125	0	-180	-289
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-125	10	-280	-289
			—	—	—	—	—	6e	-71	-231	-71	-351	-360
			—	—	—	—	—	6f	-52	-212	-52	-332	-341
			6G	+250	+38	+413	+38	6g	-38	-198	-38	-318	-327
			6H	+212	0	+375	0	6h	0	-160	0	-280	-289
			—	—	—	—	—	7e6e	-71	-271	-71	-351	-360
			7G	+303	+38	+513	+38	7g6g	-38	-238	-38	-318	-327
			7H	+265	0	+475	0	7h6h	0	-200	0	-280	-289
			8G	+373	+38	+638	+38	8g	-38	-288	-38	-488	-327
			8H	+335	0	+600	0	9g8g	-38	-353	-38	-448	-327
		2.5	—	—	—	—	—	3h4h	0	-85	0	-212	-361
			4H	+140	0	+280	0	4h	0	-106	0	-212	-361
			5G	+222	+42	+397	+42	5g6g	-42	-174	-42	-377	-403
			5H	+180	0	+355	0	5h4h	0	-132	0	-212	-361
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-132	0	-335	-361
			—	—	—	—	—	6e	-80	-250	-80	-415	-441
			—	—	—	—	—	6f	-58	-228	-58	-393	-419
			6G	+266	+42	+492	+42	6g	-42	-212	-42	-377	-403
			6H	+224	0	+450	0	6h	0	-170	0	-335	-361
			—	—	—	—	—	7e6e	-80	-292	-80	-415	-441
			7G	+322	+42	+602	+42	7g6g	-42	-254	-42	-377	-403
			7H	+280	0	+560	0	7h6h	0	-212	0	-335	-361
			8G	+397	+42	+752	+42	8g	-42	-307	-42	-572	-403
			8H	+355	0	+710	0	9g8g	-42	-377	-42	-572	-403

（续）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
22.4	45	1	—	—	—	—	—	3h4h	0	-63	0	-112	-144
			4H	+106	0	+150	0	4h	0	-80	0	-112	-144
			5G	+158	+26	+218	+26	5g6g	-26	-126	-26	-206	-170
			5H	+132	0	+190	0	5h4h	0	-100	0	-112	-144
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-100	0	-180	-144
			—	—	—	—	—	6e	-60	-185	-60	-240	-204
			—	—	—	—	—	6f	-40	-165	-40	-220	-184
			6G	+196	+26	+262	+26	6g	-26	-151	-26	-206	-170
			6H	+170	0	+236	0	6h	0	-125	0	-180	-144
			—	—	—	—	—	7e6e	-60	-220	-60	-240	-204
			7G	+238	+26	+326	+26	7g6g	-26	-186	-26	-206	-170
			7H	+212	0	+300	0	7h6h	0	-160	0	-180	-144
			8G	—	—	—	—	8g	-26	-226	-26	-306	-170
			8H	—	—	—	—	9g8g	-26	-276	-26	-306	-170
		1.5	—	—	—	—	—	3h4h	0	-75	0	-150	-217
			4H	+125	0	+190	0	4h	0	-95	0	-150	-217
			5G	+192	+32	+268	+32	5g6g	-32	-150	-32	-268	-249
			5H	+160	0	+236	0	5h4h	0	-118	0	-150	-217
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-118	0	-236	-217
			—	—	—	—	—	6e	-67	-217	-67	-303	-284
			—	—	—	—	—	6f	-45	-195	-45	-281	-262
			6G	+232	+32	+332	+32	6g	-32	-182	-32	-268	-249
			6H	+200	0	+300	0	6h	0	-150	0	-236	-217
			—	—	—	—	—	7e6e	-67	-257	-67	-303	-284
			7G	+282	+32	+407	+32	7g6g	-32	-222	-32	-268	-249
			7H	+250	0	+375	0	7h6h	0	-190	0	-236	-217
			8G	+347	+32	+507	+32	8g	-32	-268	-32	-407	-249
			8H	+315	0	+475	0	9g8g	-32	-332	-32	-407	-249
		2	—	—	—	—	—	3h4h	0	-85	0	-180	-289
			4H	+140	0	+236	0	4h	0	-106	0	-180	-289
			5G	+218	+38	+338	+38	5g6g	-38	-170	-38	-318	-327
			5H	+180	0	+300	0	5h4h	0	-132	0	-180	-289
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-132	0	-280	-289
			—	—	—	—	—	6e	-71	-241	-71	-351	-360
			—	—	—	—	—	6f	-52	-222	-52	-332	-341
			6G	+262	+38	+413	+38	6g	-38	-208	-38	-318	-327
			6H	+224	0	+375	0	6h	0	-170	0	-280	-289
			—	—	—	—	—	7e6e	-71	-283	-71	-351	-360
			7G	+318	+38	+513	+38	7g6g	-38	-250	-38	-318	-327
			7H	+280	0	+475	0	7h6h	0	-212	0	-280	-289
			8G	+393	+38	+638	+38	8g	-38	-307	-38	-488	-327
			8H	+355	0	+600	0	9g8g	-38	-373	-38	-488	-327

（续）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
22.4	45	3	—	—	—	—	—	3h4h	0	-100	0	-236	-433
			4H	+170	0	+315	0	4h	0	-125	0	-236	-433
			5G	+260	+48	+448	+48	5g6g	-48	-208	-48	-423	-481
			5H	+212	0	+400	0	5h4h	0	-160	0	-236	-433
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-160	0	-375	-433
			—	—	—	—	—	6e	-85	-285	-85	-460	-518
			—	—	—	—	—	6f	-63	-263	-63	-438	-496
			6G	+313	+48	+548	+48	6g	-48	-248	-48	-423	-481
			6H	+265	0	+500	0	6h	0	-200	0	-375	-433
			—	—	—	—	—	7e6e	-85	-335	-85	-460	-518
			7G	+383	+48	+678	+48	7g6g	-48	-298	-48	-423	-481
			7H	+335	0	+630	0	7h6h	0	-250	0	-375	-433
			8G	+473	+48	+848	+48	8g	-48	-363	-48	-648	-481
			8H	+425	0	+800	0	9g8g	-48	-448	-48	-648	-481
		3.5	—	—	—	—	—	3h4h	0	-106	0	-265	-505
			4H	+180	0	+355	0	4h	0	-132	0	-265	-505
			5G	+277	+53	+503	+53	5g6g	-53	-223	-53	-478	-558
			5H	+224	0	+450	0	5h4h	0	-170	0	-265	-505
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-170	0	-425	-505
			—	—	—	—	—	6e	-90	-302	-90	-515	-595
			—	—	—	—	—	6f	-70	-282	-70	-495	-575
			6G	+333	+53	+613	+53	6g	-53	-265	-53	-478	-558
			6H	+280	0	+560	0	6h	0	-212	0	-425	-505
			—	—	—	—	—	7e6e	-90	-355	-90	-515	-595
			7G	+408	+53	+763	+53	7g6g	-53	-318	-53	-478	-558
			7H	355	0	+710	0	7h6h	0	-265	0	-425	-505
			8G	+503	+53	+953	+53	8g	-53	-388	-53	-723	-558
			8H	+450	0	+900	0	9g8g	-53	-478	-53	-723	-558
		4	—	—	—	—	—	3h4h	0	-112	0	-300	-577
			4H	+190	0	+375	0	4h	0	-140	0	-300	-577
			5G	+296	+60	+535	+60	5g6g	-60	-240	-60	-535	-637
			5H	+236	0	+475	0	5h4h	0	-180	0	-300	-577
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-180	0	-475	-577
			—	—	—	—	—	6e	-95	-319	-95	-570	-672
			—	—	—	—	—	6f	-75	-299	-75	-550	-652
			6G	+360	+60	+660	+60	6g	-60	-284	-60	-535	-637
			6H	+300	0	+600	0	6h	0	-224	0	-475	-577
			—	—	—	—	—	7e6e	-95	-375	-95	-570	-672
			7G	435	+60	+810	+60	7g6g	-60	-340	-60	-535	-637
			7H	+375	0	+750	0	7h6h	0	-280	0	-475	-577
			8G	+535	+60	+1010	+60	8g	-60	-415	-60	-810	-637
			8H	+475	0	+950	0	9g8g	-60	-510	-60	-810	-637

（续）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
22.4	45	4.5	—	—	—	—	—	3h4h	0	-118	0	-315	-650
			4H	+200	0	+425	0	4h	0	-150	0	-315	-650
			5G	+313	+63	+593	+63	5g6g	-63	-253	-63	-563	-713
			5H	+250	0	+530	0	5h4h	0	-190	0	-315	-650
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-190	0	-500	-650
			—	—	—	—	—	6e	-100	-336	-100	-600	-750
			—	—	—	—	—	6f	-80	-316	-80	-580	-730
			6G	+378	+63	+733	+63	6g	-63	-299	-63	-563	-713
			6H	+315	0	+670	0	6h	0	-236	0	-500	-650
			—	—	—	—	—	7e6e	-100	-400	-100	-600	-750
			7G	+463	+63	+913	+63	7g6g	-63	-363	-63	-563	-713
			7H	+400	0	+850	0	7h6h	0	-300	0	-500	-650
			8G	+563	+63	+1123	+63	8g	-63	-438	-63	-863	-713
			8H	+500	0	+1060	0	9g8g	-63	-538	-63	-863	-713
45	90	1.5	—	—	—	—	—	3h4h	0	-80	0	-150	-217
			4H	+132	0	+190	0	4h	0	-100	0	-150	-217
			5G	+202	+32	+268	+32	5g6g	-32	-157	-32	-268	-249
			5H	+170	0	+236	0	5h4h	0	-125	0	-150	-217
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-125	0	-236	-217
			—	—	—	—	—	6e	-67	-227	-67	-303	-284
			—	—	—	—	—	6f	-45	-205	-45	-281	-262
			6G	+244	+32	+332	+32	6g	-32	-192	-32	-268	-249
			6H	+212	0	+300	0	6h	0	-160	0	-236	-217
			—	—	—	—	—	7e6e	-67	-267	-67	-303	-284
			7G	+297	+32	+407	+32	7g6g	-32	-232	-32	-268	-249
			7H	+265	0	+375	0	7h6h	0	-200	0	-236	-217
			8G	+367	+32	+507	+32	8g	-32	-282	-32	-407	-249
			8H	+335	0	+475	0	9g8g	-32	-347	-32	-407	-249
		2	—	—	—	—	—	3h4h	0	-90	0	-180	-289
			4H	+150	0	+236	0	4h	0	-112	0	-180	-289
			5G	+228	+38	+338	+38	5g6g	-38	-178	-38	-318	-327
			5H	+190	0	+300	0	5h4h	0	-140	0	-180	-289
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-140	0	-280	-289
			—	—	—	—	—	6e	-71	-251	-71	-351	-360
			—	—	—	—	—	6f	-52	-232	-52	-332	-341
			6G	+274	+38	+413	+38	6g	-38	-218	-38	-318	-327
			6H	+236	0	+375	0	6h	0	-180	0	-280	-289
			—	—	—	—	—	7e6e	-71	-295	-71	-351	-360
			7G	+338	+38	+513	+38	7g6g	-38	-262	-38	-318	-327
			7H	+300	0	+475	0	7h6h	0	-224	0	-280	-289
			8G	+413	+38	+638	+38	8g	-38	-318	-38	-488	-327
			8H	+375	0	+600	0	9g8g	-38	-393	-38	-488	-327

（续）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
45	90	3	—	—	—	—	—	3h4h	0	-106	0	-236	-433
			4H	+180	0	+315	0	4h	0	-132	0	-236	-433
			5G	+272	+48	+448	+48	5g6g	-48	-218	-48	-423	-481
			5H	+224	0	+400	0	5h4h	0	-170	0	-236	-433
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-170	0	-375	-433
			—	—	—	—	—	6e	-85	-297	-85	-460	-518
			—	—	—	—	—	6f	-63	-275	-63	-438	-496
			6G	+328	+48	+548	+48	6g	-48	-260	-48	-423	-481
			6H	+280	0	+500	0	6h	0	-212	0	-375	-433
			—	—	—	—	—	7e6e	-85	-350	-85	-460	-518
			7G	+403	+48	+678	+48	7g6g	-48	-313	-48	-423	-481
			7H	+355	0	+630	0	7h6h	0	-265	0	-375	-433
			8G	+498	+48	+848	+48	8g	-48	-383	-48	-648	-481
			8H	+450	0	+800	0	9g8g	-48	-473	-48	-648	-481
		4	—	—	—	—	—	3h4h	0	-118	0	-300	-577
			4H	+200	0	+375	0	4h	0	-150	0	-300	-577
			5G	+310	+60	+535	+60	5g6g	-60	-250	-60	-535	-637
			5H	+250	0	+475	0	5h4h	0	-190	0	-300	-577
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-190	0	-475	-577
			—	—	—	—	—	6e	-95	-331	-95	-570	-672
			—	—	—	—	—	6f	-75	-311	-75	-550	-652
			6G	+375	+60	+660	+60	6g	-60	-296	-60	-535	-637
			6H	+315	0	+600	0	6h	0	-236	0	-475	-577
			—	—	—	—	—	7e6e	-95	-395	-95	-570	-672
			7G	+460	+60	+810	+60	7g6g	-60	-360	-60	-535	-637
			7H	+400	0	+750	0	7h6h	0	-300	0	-475	-577
			8G	+560	+60	+1010	+60	8g	-60	-435	-60	-810	-637
			8H	+500	0	+950	0	9g8g	-60	-535	-60	-810	-637
		5	—	—	—	—	—	3h4h	0	-125	0	-335	-722
			4H	+212	0	+450	0	4h	0	-160	0	-335	-722
			5G	+336	+71	+631	+71	5g6g	-71	-271	-71	-601	-793
			5H	+265	0	+560	0	5h4h	0	-200	0	-335	-722
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-200	0	-530	-722
			—	—	—	—	—	6e	-106	-356	-106	-636	-828
			—	—	—	—	—	6f	-85	-335	-85	-615	-807
			6G	+406	+71	+781	+71	6g	-71	-321	-71	-601	-793
			6H	+335	0	+710	0	6h	0	-250	0	-530	-722
			—	—	—	—	—	7e6e	-106	-421	-106	-636	-828
			7G	+496	+71	+971	+71	7g6g	-71	-386	-71	-601	-793
			7H	+425	0	+900	0	7h6h	0	-315	0	-530	-722
			8G	+601	+71	+1191	+71	8g	-71	-471	-71	-921	-793
			8H	+530	0	+1120	0	9g8g	-71	-571	-71	-921	-793

（续）

基本大径/mm		螺距/mm	内螺纹					外螺纹					
			公差带	中径		小径		公差带	中径		大径		小径
>	≤			ES	EI	ES	EI		es	ei	es	ei	用于计算应力的偏差
45	90	5.5	—	—	—	—	—	3h4h	0	-132	0	-355	-794
			4H	+224	0	+475	0	4h	0	-170	0	-355	-794
			5G	+355	+75	+675	+75	5g6g	-75	-287	-75	-635	-869
			5H	+280	0	+600	0	5h4h	0	-212	0	-355	-794
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-212	0	-560	-794
			—	—	—	—	—	6e	-112	-377	-112	-672	-906
			—	—	—	—	—	6f	-90	-355	-90	-650	-884
			6G	+430	+75	+825	+75	6g	-75	-340	-75	-635	-869
			6H	+355	0	+750	0	6h	0	-265	0	-560	-794
			—	—	—	—	—	7e6e	-112	-447	-112	-672	-906
			7G	+525	+75	+1025	+75	7g6g	-75	-410	-75	-635	-869
			7H	+450	0	+950	0	7h6h	0	-335	0	-560	-794
			8G	+635	+75	+1255	+75	8g	-75	-500	-75	-975	-869
			8H	+560	0	+1180	0	9g8g	-75	-605	-75	-975	-869
		6	—	—	—	—	—	3h4h	0	-140	0	-375	-866
			4H	+236	0	+500	0	4h	0	-180	0	-375	-866
			5G	+380	+80	+710	+80	5g6g	-80	-304	-80	-680	-946
			5H	+300	0	+630	0	5h4h	0	-224	0	-375	-866
			—	—	—	—	—	5h6h	0	-224	0	-600	-866
			—	—	—	—	—	6e	-118	-398	-118	-718	-984
			—	—	—	—	—	6f	-95	-375	-95	-695	-961
			6G	+455	+80	+880	+80	6g	-80	-360	-80	-680	-946
			6H	+375	0	+800	0	6h	0	-280	0	-600	-866
			—	—	—	—	—	7e6e	-118	-473	-118	-718	-984
			7G	+555	+80	+1080	+80	7g6g	-80	-435	-80	-680	-946
			7H	+475	0	+1000	0	7h6h	0	-355	0	-600	-866
			8G	+680	+80	+1330	+80	8g	-80	-530	-80	-1030	-946
			8H	+600	0	+1250	0	9g8g	-80	-640	-80	-1030	-946

注：1. ES 和 es 分别为内、外螺纹的上偏差代号，EI 和 ei 分别为内外螺纹的下偏差代号。

2. 本表只列出基本大径 > 1.4mm < 90mm 常用范围的公差值，标准中规定基本大径 > 0.99mm < 180mm 范围的公差值，其余可查标准。

3. 8mm 螺距仅适用于基本大径≥125mm 的螺纹，本表未列出。

9. 普通螺纹中等精度、优选系列的极限尺寸（GB/T 9145—2003）（见表 1-25 ~ 表 1-28）

表 1-25 粗牙内螺纹中径和小径的极限尺寸 （单位：mm）

螺纹规格	旋合长度		中径 D_2		小径 D_1	
	>	≤	max	min	max	min
M1	0.6	1.7	0.894	0.838	0.785	0.729
M1.2	0.6	1.7	1.094	1.038	0.985	0.929
M1.4	0.7	2	1.265	1.205	1.142	1.075

（续）

螺纹规格	旋合长度		中径 D_2		小径 D_1	
	>	≤	max	min	max	min
M1.6	0.8	2.6	1.458	1.373	1.321	1.221
M1.8	0.8	2.6	1.658	1.573	1.521	1.421
M2	1	3	1.830	1.740	1.679	1.567
M2.5	1.3	3.8	2.303	2.208	2.138	2.013
M3	1.5	4.5	2.775	2.675	2.599	2.459
M3.5	1.7	5	3.222	3.110	3.010	2.850
M4	2	6	3.663	3.545	3.422	3.242
M5	2.5	7.5	4.605	4.480	4.334	4.134
M6	3	9	5.500	5.350	5.153	4.917
M7	3	9	6.500	6.350	6.153	5.917
M8	4	12	7.348	7.188	6.912	6.647
M10	5	15	9.206	9.026	8.676	8.376
M12	6	18	11.063	10.863	10.441	10.106
M14	8	24	12.913	12.701	12.210	11.835
M16	8	24	14.913	14.701	14.210	13.835
M18	10	30	16.600	16.376	15.744	15.294
M20	10	30	18.600	18.376	17.744	17.294
M22	10	30	20.600	20.376	19.744	19.294
M24	12	36	22.316	22.051	21.252	20.752
M27	12	36	25.316	25.051	24.252	23.752
M30	15	45	28.007	27.727	26.771	26.211
M33	15	45	31.007	30.727	29.771	29.211
M36	18	53	33.702	33.402	32.270	31.670
M39	18	53	36.702	36.402	35.270	34.670
M42	21	63	39.392	39.077	37.799	37.129
M45	21	63	42.392	42.077	40.799	40.129
M48	24	71	45.087	44.752	43.297	42.587
M52	24	71	49.087	48.752	47.297	46.587
M56	28	85	52.783	52.428	50.796	50.046
M60	28	85	56.783	56.428	54.796	54.046
M64	32	95	60.478	60.103	58.305	57.505

表 1-26 粗牙外螺纹大径和中径的极限尺寸 （单位：mm）

螺纹规格	旋合长度		大径 d		中径 d_2		牙底圆弧半径
	>	≤	max	min	max	min	min[a]
M1	0.6	1.7	1.000	0.933	0.838	0.785	0.031
M1.2	0.6	1.7	1.200	1.133	1.038	0.985	0.031
M1.4	0.7	2	1.400	1.325	1.205	1.149	0.038
M1.6	0.8	2.6	1.581	1.496	1.354	1.291	0.044
M1.8	0.8	2.6	1.781	1.696	1.554	1.491	0.044
M2	1	3	1.981	1.886	1.721	1.654	0.050
M2.5	1.3	3.8	2.480	2.380	2.188	2.117	0.056
M3	1.5	4.5	2.980	2.874	2.655	2.580	0.063
M3.5	1.7	5	3.479	3.354	3.089	3.004	0.075
M4	2	6	3.978	3.838	3.523	3.433	0.088
M5	2.5	7.5	4.976	4.826	4.456	4.361	0.100
M6	3	9	5.974	5.794	5.324	5.212	0.125
M7	3	9	6.974	6.794	6.324	6.212	0.125
M8	4	12	7.972	7.760	7.160	7.042	0.156
M10	5	15	9.968	9.732	8.994	8.862	0.188
M12	6	18	11.966	11.701	10.829	10.679	0.219
M14	8	24	13.962	13.682	12.663	12.503	0.250
M16	8	24	15.962	15.682	14.663	14.503	0.250
M18	10	30	17.958	17.623	16.334	16.164	0.313
M20	10	30	19.958	19.623	18.334	18.164	0.313
M22	10	30	21.958	21.623	20.334	20.164	0.313
M24	12	36	23.952	23.577	22.003	21.803	0.375
M27	12	36	26.952	26.577	25.003	24.803	0.375
M30	15	45	29.947	29.522	27.674	27.462	0.438
M33	15	45	32.947	32.522	30.674	30.462	0.438
M36	18	53	35.940	35.465	33.342	33.118	0.500
M39	18	53	38.940	38.465	36.342	36.118	0.500
M42	21	63	41.937	41.437	39.014	38.778	0.563
M45	21	63	44.937	44.437	42.014	41.778	0.563
M48	24	71	47.929	47.399	44.681	44.431	0.625

（续）

螺纹规格	旋合长度		大径 d		中径 d_2		牙底圆弧半径
	>	≤	max	min	max	min	min①
M52	24	71	51.929	51.399	48.681	48.431	0.625
M56	28	85	55.925	55.365	52.353	52.088	0.688
M60	28	85	59.925	59.365	56.353	56.088	0.688
M64	32	95	63.920	63.320	60.023	59.743	0.750

注：本表使用条件为：公差精度为中等；旋合长度为中等；公差带：6h 公称直径≤1.4mm；6g 公称直径 >1.4mm。

① 有关规定见 GB/T 197—2003 的第 7 章和表 9。

表 1-27 细牙内螺纹中径和小径的极限尺寸 （单位：mm）

螺纹规格	旋合长度		中径 D_2		小径 D_1	
	>	≤	max	min	max	min
M8×1	3	9	7.500	7.350	7.153	6.917
M10×1	4	12	9.500	9.350	9.153	8.917
M10×1.25	4	12	9.348	9.188	8.912	8.647
M12×1.25	4.5	13	11.368	11.188	10.912	10.647
M12×1.5	4.5	13	11.216	11.026	10.676	10.376
M14×1.5	5.6	16	13.216	13.026	12.676	12.376
M16×1.5	5.6	16	15.216	15.026	14.676	14.376
M18×1.5	5.6	16	17.216	17.026	16.676	16.376
M18×2	5.6	16	16.913	16.701	16.210	15.835
M20×1.5	5.6	16	19.216	19.026	18.676	18.376
M20×2	5.6	16	18.913	18.701	18.210	17.835
M22×1.5	5.6	16	21.216	21.026	20.676	20.376
M22×2	5.6	16	20.913	20.701	20.210	19.835
M24×2	8.5	25	22.925	22.701	22.210	21.835
M27×2	8.5	25	25.925	25.701	25.210	24.835
M30×2	8.5	25	28.925	28.701	28.210	27.835
M33×2	8.5	25	31.925	31.701	31.210	30.835
M36×3	12	36	34.316	34.051	33.252	32.752
M39×3	12	36	37.316	37.051	36.252	35.752
M42×3	12	36	40.316	40.051	39.252	38.752
M45×3	12	36	43.316	43.051	42.252	41.752

（续）

螺纹规格	旋合长度		中径 D_2		小径 D_1	
	>	≤	max	min	max	min
M48×3	15	45	46.331	46.051	45.252	44.752
M52×4	19	56	49.717	49.402	48.270	47.670
M56×4	19	56	53.717	53.402	52.270	51.670
M60×4	19	56	57.717	57.402	56.270	55.670
M64×4	19	56	61.717	61.402	60.270	59.670

注：本表适用于下列条件：公差精度是中等，旋合长度是中等，公差带为6H。

表1-28 细牙外螺纹大径和中径的极限尺寸 （单位：mm）

螺纹规格	旋合长度		大径 d		中径 d_2		牙底圆弧半径
	>	≤	max	min	max	min	min①
M8×1	3	9	7.974	7.794	7.324	7.212	0.125
M10×1	4	12	9.974	9.794	9.324	9.212	0.125
M10×1.25	4	12	9.972	9.760	9.160	9.042	0.156
M12×1.25	4.5	13	11.972	11.760	11.160	11.028	0.156
M12×1.5	4.5	13	11.968	11.732	10.994	10.854	0.188
M14×1.5	5.6	16	13.968	13.732	12.994	12.854	0.188
M16×1.5	5.6	16	15.968	15.732	14.994	14.854	0.188
M18×1.5	5.6	16	17.968	17.732	16.994	16.854	0.188
M18×2	5.6	16	17.962	17.682	16.663	16.503	0.250
M20×1.5	5.6	16	19.968	19.732	18.994	18.854	0.188
M20×2	5.6	16	19.962	19.682	18.663	18.503	0.250
M22×1.5	5.6	16	21.968	21.732	20.994	20.854	0.188
M22×2	5.6	16	21.962	21.682	20.663	20.503	0.250
M24×2	8.5	25	23.962	23.682	22.663	22.493	0.250
M27×2	8.5	25	26.962	26.682	25.663	25.493	0.250
M30×2	8.5	25	29.962	29.682	28.663	28.493	0.250
M33×2	8.5	25	32.962	32.682	31.663	31.493	0.250
M36×3	12	36	35.952	35.577	34.003	33.803	0.375
M39×3	12	36	38.952	38.577	37.003	36.803	0.375
M42×3	12	36	41.952	41.577	40.003	39.803	0.375
M45×3	12	36	44.952	44.577	43.003	42.803	0.375

（续）

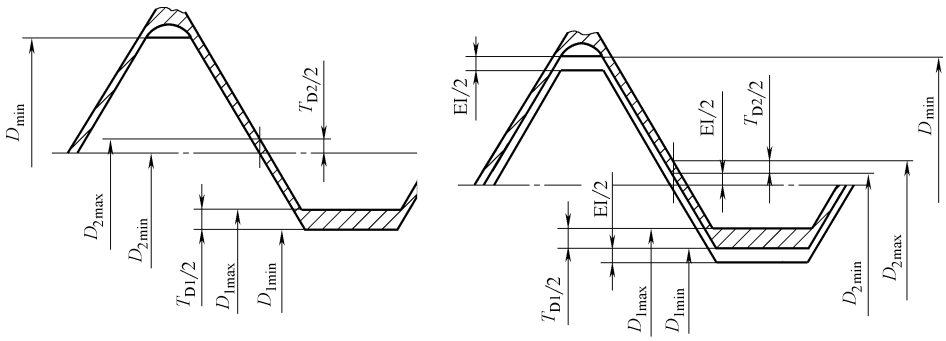
螺纹规格	旋合长度		大径 d		中径 d_2		牙底圆弧半径
	>	≤	max	min	max	min	min①
M48 ×3	15	45	47.952	47.577	46.003	45.791	0.375
M52 ×4	19	56	51.940	51.465	49.342	49.106	0.500
M56 ×4	19	56	55.940	55.465	53.342	53.106	0.500
M60 ×4	19	56	59.940	59.465	57.342	57.106	0.500
M64 ×4	19	56	63.940	63.465	61.342	61.106	0.500

注：公差精度：中等；旋合长度：中等；公差带：6g。

① 有关规定见 GB/T 197—2003 的第 7 章。

10. 普通内螺纹极限尺寸（见表 1-29 ~ 表 1-34）

表 1-29　普通内螺纹极限尺寸图示（摘自 GB/T 15756—2008）



a) 公差带位置为H　　b) 公差带位置为G

D_{min}——内螺纹大径的最小值　　D_{1min}——内螺纹小径的最小值

D_{2max}——内螺纹中径的最大值　　T_{D_2}——内螺纹中径公差

D_{2min}——内螺纹中径的最小值　　T_{D_1}——内螺纹小径公差

D_{1max}——内螺纹小径的最大值　　EI——内螺纹基本偏差

表 1-30 4H 内螺纹的极限尺寸 （单位：mm）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
1	0.2	1.000	0.910	0.870	0.821	0.783
	0.25	1.000	0.883	0.838	0.774	0.729
1.1	0.2	1.100	1.010	0.970	0.921	0.883
	0.25	1.100	0.983	0.938	0.874	0.829
1.2	0.2	1.200	1.110	1.070	1.021	0.983
	0.25	1.200	1.083	1.038	0.974	0.929
1.4	0.2	1.400	1.310	1.270	1.221	1.183
	0.3	1.400	1.253	1.205	1.128	1.075
1.6	0.2	1.600	1.512	1.470	1.421	1.383
	0.35	1.600	1.426	1.373	1.284	1.221
1.8	0.2	1.800	1.712	1.670	1.621	1.583
	0.35	1.800	1.626	1.573	1.484	1.421
2	0.25	2.000	1.886	1.838	1.774	1.729
	0.4	2.000	1.796	1.740	1.638	1.567
2.2	0.25	2.200	2.086	2.038	1.974	1.929
	0.45	2.200	1.968	1.908	1.793	1.713
2.5	0.35	2.500	2.326	2.273	2.184	2.121
	0.45	2.500	2.268	2.208	2.093	2.013
3	0.35	3.000	2.829	2.773	2.684	2.621
	0.5	3.000	2.738	2.675	2.549	2.459
3.5	0.35	3.500	3.329	3.273	3.184	3.121
	0.6	3.500	3.181	3.110	2.950	2.850
4	0.5	4.000	3.738	3.675	3.549	3.459
	0.7	4.000	3.620	3.545	3.354	3.242
4.5	0.5	4.500	4.238	4.175	4.049	3.959
	0.75	4.500	4.088	4.013	3.806	3.688
5	0.5	5.000	4.738	4.675	4.549	4.459
	0.8	5.000	4.560	4.480	4.259	4.134
5.5	0.5	5.500	5.238	5.175	5.049	4.959
6	0.75	6.000	5.598	5.513	5.306	5.188
	1	6.000	5.445	5.350	5.067	4.917
7	0.75	7.000	6.598	6.513	6.306	6.188
	1	7.000	6.445	6.350	6.067	5.917

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
8	0.75	8.000	7.598	7.513	7.306	7.188
	1	8.000	7.445	7.350	7.067	6.917
	1.25	8.000	7.288	7.188	6.817	6.647
9	0.75	9.000	8.598	8.513	8.306	8.188
	1	9.000	8.445	8.350	8.067	7.917
	1.25	9.000	8.288	8.188	7.817	7.647
10	0.75	10.000	9.598	9.513	9.306	9.188
	1	10.000	9.445	9.350	9.067	8.917
	1.25	10.000	9.288	9.188	8.817	8.647
	1.5	10.000	9.138	9.026	8.566	8.376
11	0.75	11.000	10.598	10.513	10.306	10.188
	1	11.000	10.445	10.350	10.067	9.917
	1.5	11.000	10.138	10.026	9.566	9.376
12	1	12.000	11.450	11.350	11.067	10.917
	1.25	12.000	11.300	11.188	10.817	10.647
	1.5	12.000	11.144	11.026	10.566	10.376
	1.75	12.000	10.988	10.863	10.318	10.106
14	1	14.000	13.450	13.350	13.067	12.917
	1.5	14.000	13.144	13.026	12.566	12.376
	2	14.000	12.833	12.701	12.071	11.835
15	1	15.000	14.450	14.350	14.067	13.917
	1.5	15.000	14.144	14.026	13.566	13.376
16	1	16.000	15.450	15.350	15.067	14.917
	1.5	16.000	15.144	15.026	14.566	14.376
	2	16.000	14.833	14.701	14.071	13.835
17	1	17.000	16.450	16.350	16.067	15.917
	1.5	17.000	16.144	16.026	15.566	15.376
18	1	18.000	17.450	17.350	17.067，	16.917
	1.5	18.000	17.144	17.026	16.566	16.376
	2	18.000	16.833	16.701	16.071	15.835
	2.5	18.000	16.516	16.376	15.574	15.294
20	1	20.000	19.450	19.350	19.067	18.917
	1.5	20.000	19.144	19.026	18.566	18.376
	2	20.000	18.833	18.701	18.071	17.835
	2.5	20.000	18.516	18.376	17.574	17.294

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
22	1	22.000	21.450	21.350	21.067	20.917
	1.5	22.000	21.144	21.026	20.566	20.376
	2	22.000	20.833	20.701	20.071	19.835
	2.5	22.000	20.516	20.376	19.574	19.294
24	1	24.000	23.456	23.350	23.067	22.917
	1.5	24.000	23.151	23.026	22.566	22.376
	2	24.000	22.841	22.701	22.071	21.835
	3	24.000	22.221	22.051	21.067	20.752
25	1	25.000	24.456	24.350	24.067	23.917
	1.5	25.000	24.151	24.026	23.566	23.376
	2	25.000	23.841	23.701	23.071	22.835
26	1.5	26.000	25.151	25.026	24.566	24.376
27	1	27.000	26.456	26.350	26.067	25.917
	1.5	27.000	26.151	26.026	25.566	25.376
	2	27.000	25.841	25.701	25.071	24.835
	3	27.000	25.221	25.051	24.067	23.752
28	1	28.000	27.456	27.350	27.067	26.917
	1.5	28.000	27.151	27.026	26.566	26.376
	2	28.000	26.841	26.701	26.071	25.835
30	1	30.000	29.456	29.350	29.067	28.917
	1.5	30.000	29.151	29.026	28.566	28.376
	2	30.000	28.841	28.701	28.071	27.835
	3	30.000	28.221	28.051	27.067	26.752
	3.5	30.000	27.907	27.727	26.566	26.211
32	1.5	32.000	31.151	31.026	30.566	30.376
	2	32.000	30.841	30.701	30.071	29.835
33	1.5	33.000	32.151	32.026	31.566	31.376
	2	33.000	31.841	31.701	31.071	30.835
	3	33.000	31.221	31.051	30.067	29.752
	3.5	33.000	30.907	30.727	29.566	29.211
36	1.5	36.000	35.151	35.026	34.566	34.376
	2	36.000	34.841	34.701	34.071	33.835
	3	36.000	34.221	34.051	33.067	32.752
	4	36.000	33.592	33.402	32.045	31.670
38	1.5	38.000	37.151	37.026	36.566	36.376

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
39	1.5	39.000	38.151	38.026	37.566	37.376
	2	39.000	37.841	37.701	37.071	36.835
	3	39.000	37.221	37.051	36.067	35.752
	4	39.000	36.592	36.402	35.045	34.670
40	1.5	40.000	39.151	39.026	38.566	38.376
	2	40.000	38.341	38.701	38.071	37.835
	3	40.000	38.221	38.051	37.067	36.752
42	1.5	42.000	41.151	41.026	40.566	40.376
	2	42.000	40.841	40.701	40.071	39.835
	3	42.000	40.221	40.051	39.067	38.752
	4	42.000	39.592	39.402	38.045	37.670
	4.5	42.000	39.277	39.077	37.554	37.129
45	1.5	45.000	44.151	44.026	43.566	43.376
	2	45.000	43.841	43.701	43.071	42.835
	3	45.000	43.221	43.051	42.067	41.752
	4	45.000	42.592	42.402	41.045	40.670
	4.5	45.000	42.277	42.077	40.554	40.129
48	1.5	48.000	47.158	47.026	46.566	46.376
	2	48.000	46.851	46.701	46.071	45.835
	3	48.000	46.231	46.051	45.067	44.752
	4	48.000	45.602	45.402	44.045	43.670
	5	48.000	44.964	44.752	43.037	42.587
50	1.5	50.000	49.158	49.026	48.566	48.376
	2	50.000	48.851	48.701	48.071	47.835
	3	50.000	48.231	48.051	47.067	46.752
52	1.5	52.000	51.158	51.026	50.566	50.376
	2	52.000	50.851	50.701	50.071	49.835
	3	52.000	50.231	50.051	49.067	48.752
	4	52.000	49.602	49.402	48.045	47.670
	5	52.000	48.964	48.752	47.037	46.587
55	1.5	55.000	54.158	54.026	53.566	53.376
	2	55.000	53.851	53.701	53.071	52.835
	3	55.000	53.231	53.051	52.067	51.752
	4	55.000	52.602	52.402	51.045	50.670

注：本表只列出公称直径为 1～55mm 的值，标准中规定至公称直径为 100mm 的值，其余可查标准。

表 1-31 5H 内螺纹的极限尺寸 （单位：mm）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
1	0.25	1.000	0.894	0.838	0.785	0.729
1.1	0.25	1.100	0.994	0.938	0.885	0.829
1.2	0.25	1.200	1.094	1.038	0.985	0.929
1.4	0.3	1.400	1.265	1.205	1.142	1.075
1.6	0.35	1.600	1.440	1.373	1.301	1.221
1.8	0.35	1.800	1.640	1.573	1.501	1.421
2	0.25	2.000	1.898	1.838	1.785	1.729
	0.4	2.000	1.811	1.740	1.657	1.567
2.2	0.25	2.200	2.098	2.038	1.985	1.929
	0.45	2.200	1.983	1.908	1.813	1.713
2.5	0.35	2.500	2.340	2.273	2.201	2.121
	0.45	2.500	2.283	2.208	2.113	2.013
3	0.35	3.000	2.844	2.773	2.701	2.621
	0.5	3.000	2.755	2.675	2.571	2.459
3.5	0.35	3.500	3.344	3.273	3.201	3.121
	0.6	3.500	3.200	3.110	2.975	2.850
4	0.5	4.000	3.755	3.675	3.571	3.459
	0.7	4.000	3.640	3.545	3.382	3.242
4.5	0.5	4.500	4.255	4.175	4.071	3.959
	0.75	4.500	4.108	4.013	3.838	3.688
5	0.5	5.000	4.755	4.675	4.571	4.459
	0.8	5.000	4.580	4.480	4.294	4.134
5.5	0.5	5.500	5.255	5.175	5.071	4.959
6	0.75	6.000	5.619	5.513	5.338	5.188
	1	6.000	5.468	5.350	5.107	4.917
7	0.75	7.000	6.619	6.513	6.338	6.188
	1	7.000	6.468	6.350	6.107	5.917
8	0.75	8.000	7.619	7.513	7.338	7.188
	1	8.000	7.468	7.350	7.107	6.917
	1.25	8.000	7.313	7.188	6.859	6.647
9	0.75	9.000	8.619	8.513	8.338	8.188

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
9	1	9.000	8.468	8.350	8.107	7.917
	1.25	9.000	8.313	8.188	7.859	7.647
10	0.75	10.000	9.619	9.513	9.338	9.188
	1	10.000	9.468	9.350	9.107	8.917
	1.25	10.000	9.313	9.188	8.859	8.647
	1.5	10.000	9.166	9.026	8.612	8.376
11	0.75	11.000	10.619	10.513	10.338	10.188
	1	11.000	10.468	10.350	10.107	9.917
	1.5	11.000	10.166	10.026	9.612	9.376
12	1	12.000	11.475	11.350	11.107	10.917
	1.25	12.000	11.328	11.188	10.859	10.647
	1.5	12.000	11.176	11.026	10.612	10.376
	1.75	12.000	11.023	10.863	10.371	10.106
14	1	14.000	13.475	13.350	13.107	12.917
	1.5	14.000	13.176	13.026	12.612	12.376
	2	14.000	12.871	12.701	12.135	11.835
15	1	15.000	14.475	14.350	14.107	13.917
	1.5	15.000	14.176	14.026	13.612	13.376
16	1	16.000	15.475	15.350	15.107	14.917
	1.5	16.000	15.176	15.026	14.612	14.376
	2	16.000	14.871	14.701	14.135	13.835
17	1	17.000	16.475	16.350	16.107	15.917
	1.5	17.000	16.176	16.026	15.612	15.376
18	1	18.000	17.475	17.350	17.107	16.917
	1.5	18.000	17.176	17.026	16.612	16.376
	2	18.000	16.871	16.701	16.135	15.835
	2.5	18.000	16.556	16.376	15.649	15.294
20	1	20.000	19.475	19.350	19.107	18.917
	1.5	20.000	19.176	19.026	18.612	18.376
	2	20.000	18.871	18.701	18.135	17.835
	2.5	20.000	18.556	18.376	17.649	17.294

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
22	1	22.000	21.475	21.350	21.107	20.917
	1.5	22.000	21.176	21.026	20.612	20.376
	2	22.000	20.871	20.701	20.135	19.835
	2.5	22.000	20.556	20.376	19.649	19.294
24	1	24.000	23.482	23.350	23.107	22.917
	1.5	24.000	23.186	23.026	22.612	22.376
	2	24.000	22.881	22.701	22.135	21.835
	3	24.000	22.263	22.051	21.152	20.752
25	1	25.000	24.482	24.350	24.107	23.917
	1.5	25.000	24.186	24.026	23.612	23.376
	2	25.000	23.881	23.701	23.135	22.835
26	1.5	26.000	25.186	25.026	24.612	24.376
27	1	27.000	26.482	26.350	26.107	25.917
	1.5	27.000	26.186	26.026	25.612	25.376
	2	27.000	25.881	25.701	25.135	24.835
	3	27.000	25.263	25.051	24.152	23.752
28	1	28.000	27.482	27.350	27.107	26.917
	1.5	28.000	27.186	27.026	26.612	26.376
	2	28.000	26.881	26.701	26.135	25.835
30	1	30.000	29.482	29.350	29.107	28.917
	1.5	30.000	29.186	29.026	28.612	28.376
	2	30.000	28.881	28.701	28.135	27.835
	3	30.000	28.263	28.051	27.152	26.752
	3.5	30.000	27.951	27.727	26.661	26.211
32	1.5	32.000	31.186	31.026	30.612	30.376
	2	32.000	30.881	30.701	30.135	29.835
33	1.5	33.000	32.186	32.026	31.612	31.376
	2	33.000	31.881	31.701	31.135	30.835
	3	33.000	31.263	31.051	30.152	29.752
	3.5	33.000	30.951	30.727	29.661	29.211
36	1.5	36.000	35.186	35.026	34.612	34.376

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
36	2	36.000	34.881	34.701	34.135	33.835
	3	36.000	34.263	34.051	33.152	32.752
	4	36.000	33.638	33.402	32.145	31.670
38	1.5	38.000	37.186	37.026	36.612	36.376
39	1.5	39.000	38.186	38.026	37.612	37.376
	2	39.000	37.881	37.701	37.135	36.835
	3	39.000	37.263	37.051	36.152	35.752
	4	39.000	36.638	36.402	35.145	34.670
40	1.5	40.000	39.186	39.026	38.612	38.376
	2	40.000	38.881	38.701	38.135	37.835
	3	40.000	38.263	38.051	37.152	36.752
42	1.5	42.000	41.186	41.026	40.612	40.376
	2	42.000	40.881	40.701	40.135	39.835
	3	42.000	40.263	40.051	39.152	38.752
	4	42.000	39.638	39.402	38.145	37.670
	4.5	42.000	39.327	39.077	37.659	37.129
45	1.5	45.000	44.186	44.026	43.612	43.376
	2	45.000	43.881	43.701	43.135	42.835
	3	45.000	43.263	43.051	42.152	41.752
	4	45.000	42.638	42.402	41.145	40.670
	4.5	45.000	42.327	42.077	40.659	40.129
48	1.5	48.000	47.196	47.026	46.612	46.376
	2	48.000	46.891	46.701	46.135	45.835
	3	48.000	46.275	46.051	45.152	44.752
	4	48.000	45.652	45.402	44.145	43.670
	5	48.000	45.017	44.752	43.147	42.587
50	1.5	50.000	49.196	49.026	48.612	48.376
	2	50.000	48.891	48.701	48.135	47.835
	3	50.000	48.275	48.051	47.152	46.752
52	1.5	52.000	51.196	51.026	50.612	50.376
	2	52.000	50.891	50.701	50.135	49.835

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
52	3	52.000	50.275	50.051	49.152	48.752
	4	52.000	49.652	49.402	48.145	47.670
	5	52.000	49.017	48.752	47.147	46.587
55	1.5	55.000	54.196	54.026	53.612	53.376
	2	55.000	53.891	53.701	53.135	52.835
	3	55.000	53.275	53.051	52.152	51.752
	4	55.000	52.652	52.402	51.145	50.670
56	1.5	56.000	55.196	55.026	54.612	54.376
	2	56.000	54.891	54.701	54.135	53.835
	3	56.000	54.275	54.051	53.152	52.752
	4	56.000	53.652	53.402	52.145	51.670
	5.5	56.000	52.708	52.428	50.646	50.046
58	1.5	58.000	57.196	57.026	56.612	56.376
	2	58.000	56.891	56.701	56.135	55.835
	3	58.000	56.275	56.051	55.152	54.752
	4	58.000	55.652	55.402	54.145	53.670
60	1.5	60.000	59.196	59.026	58.612	58.376
	2	60.000	58.891	58.701	58.135	57.835
	3	60.000	58.275	58.051	57.152	56.752
	4	60.000	57.652	57.402	56.145	55.670
	5.5	60.000	56.708	56.428	54.646	54.046
62	1.5	62.000	61.196	61.026	60.612	60.376
	2	62.000	60.891	60.701	60.135	59.835
	3	62.000	60.275	60.051	59.152	58.752
	4	62.000	59.652	59.402	58.145	57.670
64	1.5	64.000	63.196	63.026	62.612	62.376
	2	64.000	62.891	62.701	62.135	61.835
	3	64.000	62.275	62.051	61.152	60.752
	4	64.000	61.652	61.402	60.145	59.670
	6	64.000	60.403	60.103	58.135	57.505
65	1.5	65.000	64.196	64.026	63.612	63.376

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
65	2	65.000	63.891	63.701	63.135	62.835
	3	65.000	63.275	63.051	62.152	61.752
	4	65.000	62.652	62.402	61.145	60.670

注：本表只列出公称直径为 1～65mm 的值，标准中规定至公称直径为 300mm 的值，其余可查标准。

表 1-32　6H 内螺纹的极限尺寸　　（单位：mm）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
1.4	0.3	1.400	1.280	1.205	1.160	1.075
1.6	0.35	1.600	1.458	1.373	1.321	1.221
1.8	0.35	1.800	1.658	1.573	1.521	1.421
2	0.4	2.000	1.830	1.740	1.679	1.567
2.2	0.45	2.200	2.003	1.908	1.838	1.713
2.5	0.35	2.500	2.358	2.273	2.221	2.121
	0.45	2.500	2.303	2.208	2.138	2.013
3	0.35	3.000	2.863	2.773	2.721	2.621
	0.5	3.000	2.775	2.675	2.599	2.459
3.5	0.35	3.500	3.363	3.273	3.221	3.121
	0.6	3.500	3.222	3.110	3.010	2.850
4	0.5	4.000	3.775	3.675	3.599	3.459
	0.7	4.000	3.663	3.545	3.422	3.242
4.5	0.5	4.500	4.275	4.175	4.099	3.959
	0.75	4.500	4.131	4.013	3.878	3.688
5	0.5	5.000	4.775	4.675	4.599	4.459
	0.8	5.000	4.605	4.480	4.334	4.134
5.5	0.5	5.500	5.275	5.175	5.099	4.959
6	0.75	6.000	5.645	5.513	5.378	5.188
	1	6.000	5.500	5.350	5.153	4.917
7	0.75	7.000	6.645	6.513	6.378	6.188
	1	7.000	6.500	6.350	6.153	5.917
8	0.75	8.000	7.645	7.513	7.378	7.188

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
8	1	8.000	7.500	7.350	7.153	6.917
	1.25	8.000	7.348	7.188	6.912	6.647
9	0.75	9.000	8.645	8.513	8.378	8.188
	1	9.000	8.500	8.350	8.153	7.917
	1.25	9.000	8.348	8.188	7.912	7.647
10	0.75	10.000	9.645	9.513	9.378	9.188
	1	10.000	9.500	9.350	9.153	8.917
	1.25	10.000	9.348	9.188	8.912	8.647
	1.5	10.000	9.206	9.026	8.676	8.376
11	0.75	11.000	10.645	10.513	10.378	10.188
	1	11.000	10.500	10.350	10.153	9.917
	1.5	11.000	10.206	10.026	9.676	9.376
12	1	12.000	11.510	11.350	11.153	10.917
	1.25	12.000	11.368	11.188	10.912	10.647
	1.5	12.000	11.216	11.026	10.676	10.376
	1.75	12.000	11.063	10.863	10.441	10.106
14	1	14.000	13.510	13.350	13.153	12.917
	1.5	14.000	13.216	13.026	12.676	12.376
	2	14.000	12.913	12.701	12.210	11.835
15	1	15.000	14.510	14.350	14.153	13.917
	1.5	15.000	14.216	14.026	13.676	13.376
16	1	16.000	15.510	15.350	15.153	14.917
	1.5	16.000	15.216	15.026	14.676	14.376
	2	16.000	14.913	14.701	14.210	13.835
17	1	17.000	16.510	16.350	16.153	15.917
	1.5	17.000	16.216	16.026	15.676	15.376
18	1	18.000	17.510	17.350	17.153	16.917
	1.5	18.000	17.216	17.026	16.676	16.376
	2	18.000	16.913	16.701	16.210	15.835
	2.5	18.000	16.600	16.376	15.744	15.294
20	1	20.000	19.510	19.350	19.153	18.917

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
20	1.5	20.000	19.216	19.026	18.676	18.376
	2	20.000	18.913	18.701	18.210	17.835
	2.5	20.000	18.600	18.376	17.744	17.294
22	1	22.000	21.510	21.350	21.153	20.917
	1.5	22.000	21.216	21.026	20.676	20.376
	2	22.000	20.913	20.701	20.210	19.835
	2.5	22.000	20.600	20.376	19.744	19.294
24	1	24.000	23.520	23.350	23.153	22.917
	1.5	24.000	23.226	23.026	22.676	22.376
	2	24.000	22.925	22.701	22.210	21.835
	3	24.000	22.316	22.051	21.252	20.752
25	1	25.000	24.520	24.350	24.153	23.917
	1.5	25.000	24.226	24.026	23.676	23.376
	2	25.000	23.925	23.701	23.210	22.835
26	1.5	26.000	25.226	25.026	24.676	24.376
27	1	27.000	26.520	26.350	26.153	25.917
	1.5	27.000	26.226	26.026	25.676	25.376
	2	27.000	25.925	25.701	25.210	24.835
	3	27.000	25.316	25.051	24.252	23.752
28	1	28.000	27.520	27.350	27.153	26.917
	1.5	28.000	27.226	27.026	26.676	26.376
	2	28.000	26.925	26.701	26.210	25.835
30	1	30.000	29.520	29.350	29.153	28.917
	1.5	30.000	29.226	29.026	28.676	28.376
	2	30.000	28.925	28.701	28.210	27.835
	3	30.000	28.316	28.051	27.252	26.752
	3.5	30.000	28.007	27.727	26.771	26.211
32	1.5	32.000	31.226	31.026	30.676	30.376
	2	32.000	30.925	30.701	30.210	29.835
33	1.5	33.000	32.226	32.026	31.676	31.376
	2	33.000	31.925	31.701	31.210	30.835

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
33	3	33.000	31.316	31.051	30.252	29.752
	3.5	33.000	31.007	30.727	29.771	29.211
36	1.5	36.000	35.226	35.026	34.676	34.376
	2	36.000	34.925	34.701	34.210	33.835
	3	36.000	34.316	34.051	33.252	32.752
	4	36.000	33.702	33.402	32.270	31.670
38	1.5	38.000	37.226	37.026	36.676	36.376
39	1.5	39.000	38.226	38.026	37.676	37.376
	2	39.000	37.925	37.701	37.210	36.835
	3	39.000	37.316	37.051	36.252	35.752
	4	39.000	36.702	36.402	35.270	34.670
40	1.5	40.000	39.226	39.026	38.676	38.376
	2	40.000	38.925	38.701	38.210	37.835
	3	40.000	38.316	38.051	37.252	36.752
42	1.5	42.000	41.226	41.026	40.676	40.376
	2	42.000	40.925	40.701	40.210	39.835
	3	42.000	40.316	40.051	39.252	38.752
	4	42.000	39.702	39.402	38.270	37.670
	4.5	42.000	39.392	39.077	37.799	37.129
45	1.5	45.000	44.226	44.026	43.676	43.376
	2	45.000	43.925	43.701	43.210	42.835
	3	45.000	43.316	43.051	42.252	41.752
	4	45.000	42.702	42.402	41.270	40.670
	4.5	45.000	42.392	42.077	40.799	40.129
48	1.5	48.000	47.238	47.026	46.676	46.376
	2	48.000	46.937	46.701	46.210	45.835
	3	48.000	46.331	46.051	45.252	44.752
	4	48.000	45.717	45.402	44.270	43.670
	5	48.000	45.087	44.752	43.297	42.587
50	1.5	50.000	49.238	49.026	48.676	48.376

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
50	2	50.000	48.937	48.701	48.210	47.835
	3	50.000	48.331	48.051	47.252	46.752

注：本表只列出公称直径为 1～50mm 的值，标准中规定至公称直径为 300mm 的值，其余可查标准。

表 1-33　7H 内螺纹的极限尺寸　　（单位：mm）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
3	0.5	3.000	2.800	2.675	2.639	2.459
3.5	0.6	3.500	3.250	3.110	3.050	2.850
4	0.5	4.000	3.800	3.675	3.639	3.459
	0.7	4.000	3.695	3.545	3.466	3.242
4.3	0.5	4.500	4.300	4.175	4.139	3.959
	0.75	4.500	4.163	4.013	3.924	3.688
5	0.5	5.000	4.800	4.675	4.639	4.459
	0.8	5.000	4.640	4.480	4.384	4.134
5.5	0.5	5.500	5.300	5.175	5.139	4.959
6	0.75	6.000	5.683	5.513	5.424	5.188
	1	6.000	5.540	5.350	5.217	4.917
7	0.75	7.000	6.683	6.513	6.424	6.188
	1	7.000	6.540	6.350	6.217	5.917
8	0.75	8.000	7.683	7.513	7.424	7.188
	1	8.000	7.540	7.350	7.217	6.917
	1.25	8.000	7.388	7.188	6.982	6.647
9	0.75	9.000	8.683	8.513	8.424	8.188
	1	9.000	8.540	8.350	8.217	7.917
	1.25	9.000	8.388	8.188	7.982	7.647
10	0.75	10.000	9.683	9.513	9.424	9.188
	1	10.000	9.540	9.350	9.217	8.917
	1.25	10.000	9.388	9.188	8.982	8.647
	1.5	10.000	9.250	9.026	8.751	8.376
11	0.75	11.000	10.683	10.513	10.424	10.188

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
11	1	11.000	10.540	10.350	10.217	9.917
	1.5	11.000	10.250	10.026	9.751	9.376
12	1	12.000	11.550	11.350	11.217	10.917
	1.25	12.000	11.412	11.188	10.982	10.647
	1.5	12.000	11.262	11.026	10.751	10.376
	1.75	12.000	11.113	10.863	10.531	10.106
14	1	14.000	13.550	13.350	13.217	12.917
	1.5	14.000	13.262	13.026	12.751	12.376
	2	14.000	12.966	12.701	12.310	11.835
15	1	15.000	14.550	14.350	14.217	13.9175
	1.5	15.000	14.262	14.026	13.751	13.376
16	1	16.000	15.550	15.350	15.217	14.917
	1.5	16.000	15.262	15.026	14.751	14.376
	2	16.000	14.966	14.701	14.310	13.835
17	1	17.000	16.550	16.350	16.217	15.917
	1.5	17.000	16.262	16.026	15.751	15.376
18	1	18.000	17.550	17.350	17.217	16.917
	1.5	18.000	17.262	17.026	16.751	16.376
	2	18.000	16.966	16.701	16.310	15.835
	2.5	18.000	16.656	16.376	15.854	15.294
20	1	20.000	19.550	19.350	19.217	18.917
	1.5	20.000	19.262	19.026	18.751	18.376
	2	20.000	18.966	18.701	18.310	17.835
	2.5	20.000	18.656	18.376	17.854	17.294
22	1	22.000	21.550	21.350	21.217	20.917
	1.5	22.000	21.262	21.026	20.751	20.376
	2	22.000	20.966	20.701	20.310	19.835
	2.5	22.000	20.656	20.376	19.854	19.294
24	1	24.000	23.562	23.350	23.217	22.917
	1.5	24.000	23.276	23.026	22.751	22.376
	2	24.000	22.981	22.701	22.310	21.835

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
24	3	24.000	22.386	22.051	21.382	20.752
25	1	25.000	24.562	24.350	24.217	23.917
	1.5	25.000	24.276	24.026	23.751	23.376
	2	25.000	23.981	23.701	23.310	22.835
26	1.5	26.000	25.276	25.026	24.751	24.376
27	1	27.000	26.562	26.350	26.217	25.917
	1.5	27.000	26.276	26.026	25.751	25.376
	2	27.000	25.981	25.701	25.310	24.835
	3	27.000	25.386	25.051	24.382	23.752
28	1	28.000	27.562	27.350	27.217	26.917
	1.5	28.000	27.276	27.026	26.751	26.376
	2	28.000	26.981	26.701	26.310	25.835
30	1	30.000	29.562	29.350	29.217	28.917
	1.5	30.000	29.276	29.026	28.751	28.376
	2	30.000	28.981	28.701	28.310	27.835
	3	30.000	28.386	28.051	27.382	26.752
	3.5	30.000	28.082	27.727	26.921	26.211
32	1.5	32.000	31.276	31.026	30.751	30.376
	2	32.000	30.981	30.701	30.310	29.835
33	1.5	33.000	32.276	32.026	31.751	31.376
	2	33.000	31.981	31.701	31.310	30.835
	3	33.000	31.386	31.051	30.382	29.752
	3.5	33.000	31.082	30.727	29.921	29.211
36	1.5	36.000	35.276	35.026	34.751	34.376
	2	36.000	34.981	34.701	34.310	33.835
	3	36.000	34.386	34.051	33.382	32.752
	4	36.000	33.777	33.402	32.420	31.670
38	1.5	38.000	37.276	37.026	36.751	36.376
39	1.5	39.000	38.276	38.026	37.751	37.376
	2	39.000	37.981	37.701	37.310	36.835
	3	39.000	37.386	37.051	36.382	35.752

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
39	4	39.000	36.777	36.402	35.420	34.670
40	1.5	40.000	39.276	39.026	38.751	38.376
	2	40.000	38.981	38.701	38.310	37.835
	3	40.000	38.386	38.051	37.382	36.752
42	1.5	42.000	41.276	41.026	40.751	40.376
	2	42.000	40.981	40.701	40.310	39.835
	3	42.000	40.386	40.051	39.382	38.752
	4	42.000	39.777	39.402	38.420	37.670
	4.5	42.000	39.477	39.077	37.979	37.129
45	1.5	45.000	44.276	44.026	43.751	43.376
	2	45.000	43.981	43.701	43.310	42.835
	3	45.000	43.386	43.051	42.382	41.752
	4	45.000	42.777	42.402	41.420	40.670
	4.5	45.000	42.477	42.077	40.979	40.129
48	1.5	48.000	47.291	47.026	46.751	46.376
	2	48.000	47.001	46.701	46.310	45.835
	3	48.000	46.406	46.051	45.382	44.752
	4	48.000	45.802	45.402	44.420	43.670
	5	48.000	45.177	44.752	43.487	42.587
50	1.5	50.000	49.291	49.026	48.751	48.376
	2	50.000	49.001	48.701	48.310	47.835
	3	50.000	48.406	48.051	47.382	46.752
52	1.5	52.000	51.291	51.026	50.751	50.376
	2	52.000	51.001	50.701	50.310	49.835
	3	52.000	50.406	50.051	49.382	48.752
	4	52.000	49.802	49.402	48.420	47.670
	5	52.000	49.177	48.752	47.487	46.587

注：表中“7H 内螺纹的极限尺寸”只列出公称直径为 1～52mm 的值，标准中规定至公称直径为 200mm 的值，其余可查标准。

表 1-34　6G 内螺纹的极限尺寸　　（单位：mm）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
1.4	0.3	1.418	1.298	1.223	1.178	1.093
1.6	0.35	1.619	1.477	1.392	1.340	1.240
1.8	0.35	1.819	1.677	1.592	1.540	1.440
2	0.4	2.019	1.849	1.759	1.698	1.586
2.2	0.45	2.220	2.023	1.928	1.858	1.733
2.5	0.35	2.519	2.377	2.292	2.240	2.140
	0.45	2.520	2.323	2.228	2.158	2.033
3	0.35	3.019	2.882	2.792	2.740	2.640
	0.5	3.020	2.795	2.695	2.619	2.479
3.5	0.35	3.519	3.382	3.292	3.240	3.140
	0.6	3.521	3.243	3.131	3.031	2.871
4	0.5	4.020	3.795	3.695	3.619	3.479
	0.7	4.022	3.685	3.567	3.444	3.264
4.5	0.5	4.520	4.295	4.195	4.119	3.979
	0.75	4.522	4.153	4.035	3.900	3.710
5	0.5	5.020	4.795	4.695	4.619	4.479
	0.8	5.024	4.629	4.504	4.358	4.158
5.5	0.5	5.520	5.295	5.195	5.119	4.979
6	0.75	6.022	5.667	5.535	5.400	5.210
	1	6.026	5.526	5.376	5.179	4.943
7	0.75	7.022	6.667	6.535	6.400	6.210
	1	7.026	6.526	6.376	6.179	5.943
8	0.75	8.022	7.667	7.535	7.400	7.210
	1	8.026	7.526	7.376	7.179	6.943
	1.25	8.028	7.376	7.216	6.940	6.675
9	0.75	9.022	8.667	8.535	8.400	8.210
	1	9.026	8.526	8.376	8.179	7.943
	1.25	9.028	8.376	8.216	7.940	7.675
10	0.75	10.022	9.667	9.535	9.400	9.210
	1	10.026	9.526	9.376	9.179	8.943

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
10	1.25	10.028	9.376	9.216	8.940	8.675
	1.5	10.032	9.238	9.058	8.708	8.408
11	0.75	11.022	10.667	10.535	10.400	10.210
	1	11.026	10.526	10.376	10.179	9.943
	1.5	11.032	10.238	10.058	9.708	9.408
12	1	12.026	11.536	11.376	11.179	10.943
	1.25	12.028	11.396	11.216	10.940	10.675
	1.5	12.032	11.248	11.058	10.708	10.408
	1.75	12.034	11.097	10.897	10.475	10.140
14	1	14.026	13.536	13.376	13.179	12.943
	1.5	14.032	13.248	13.058	12.708	12.408
	2	14.038	12.951	12.739	12.248	11.873
15	1	15.026	14.536	14.376	14.179	13.943
	1.5	15.032	14.248	14.058	13.708	13.408
16	1	16.026	15.536	15.376	15.179	14.943
	1.5	16.032	15.248	15.058	14.708	14.408
	2	16.038	14.951	14.739	14.248	13.873
17	1	17.026	16.536	16.376	16.179	15.943
	1.5	17.032	16.248	16.058	15.708	15.408
18	1	18.026	17.536	17.376	17.179	16.943
	1.5	18.032	17.248	17.058	16.708	16.408
	2	18.038	16.951	16.739	16.248	15.873
	2.5	18.042	16.642	16.418	15.786	15.336
20	1	20.026	19.536	19.376	19.179	18.943
	1.5	20.032	19.248	19.058	18.708	18.408
	2	20.038	18.951	18.739	18.248	17.873
	2.5	20.042	18.642	18.418	17.786	17.336
22	1	22.026	21.536	21.376	21.179	20.943
	1.5	22.032	21.248	21.058	20.708	20.408
	2	22.038	20.951	20.739	20.248	19.873
	2.5	22.042	20.642	20.418	19.786	19.336

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
24	1	24.026	23.546	23.376	23.179	22.943
	1.5	24.032	23.258	23.058	22.708	22.408
	2	24.038	22.963	22.739	22.248	21.873
	3	24.048	22.364	22.099	21.300	20.800
25	1	25.026	24.546	24.376	24.179	23.943
	1.5	25.032	24.258	24.058	23.708	23.408
	2	25.038	23.963	23.739	23.248	22.873
26	1.5	26.032	25.258	25.058	24.708	24.408
27	1	27.026	26.546	26.376	26.179	25.943
	1.5	27.032	26.258	26.058	25.708	25.408
	2	27.038	25.963	25.739	25.248	24.873
	3	27.048	25.364	25.099	24.300	23.800
28	1	28.026	27.546	27.376	27.179	26.943
	1.5	28.032	27.258	27.058	26.708	26.408
	2	28.038	26.963	26.739	26.248	25.873
30	1	30.026	29.546	29.376	29.179	28.943
	1.5	30.032	29.258	29.058	28.708	28.408
	2	30.038	28.963	28.739	28.248	27.873
	3	30.048	28.364	28.099	27.300	26.800
	3.5	30.053	28.060	27.780	26.824	26.264
32	1.5	32.032	31.258	31.058	30.708	30.408
	2	32.038	30.963	30.739	30.248	29.873
33	1.5	33.032	32.258	32.058	31.708	31.408
	2	33.038	31.963	31.739	31.248	30.873
	3	33.048	31.364	31.099	30.300	29.800
	3.5	33.053	31.060	30.780	29.824	29.264
36	1.5	36.032	35.258	35.058	34.708	34.408
	2	36.038	34.963	34.739	34.248	33.873
	3	36.048	34.364	34.099	33.300	32.800
	4	36.060	33.762	33.462	32.330	31.730
38	1.5	38.032	37.258	37.058	36.708	36.408

（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
39	1.5	39.032	38.258	38.058	37.708	37.408
	2	39.038	37.963	37.739	37.248	36.873
	3	39.048	37.364	37.099	36.300	35.800
	4	39.060	36.762	36.462	35.330	34.730
40	1.5	40.032	39.258	39.058	38.708	38.408
	2	40.038	38.963	38.739	38.248	37.873
	3	40.048	38.364	38.099	37.300	36.800
42	1.5	42.032	41.258	41.058	40.708	40.408
	2	42.038	40.963	40.739	40.248	39.873
	3	42.048	40.364	40.099	39.300	38.800
	4	42.060	39.762	39.462	38.330	37.730
	4.5	42.063	39.455	39.140	37.862	37.192
45	1.5	45.032	44.258	44.058	43.708	43.408
	2	45.038	43.963	43.739	43.248	42.873
	3	45.048	43.364	43.099	42.300	41.800
	4	45.060	42.762	42.462	41.330	40.730
	4.5	45.063	42.455	42.140	40.862	40.192
48	1.5	48.032	47.270	47.058	46.708	46.408
	2	48.038	46.975	46.739	46.248	45.873
	3	48.048	46.379	46.099	45.300	44.800
	4	48.060	45.777	45.462	44.330	43.730
	5	48.071	45.158	44.823	43.368	42.658
50	1.5	50.032	49.270	49.058	48.708	48.408
	2	50.038	48.975	48.739	48.248	47.873
	3	50.048	48.379	48.099	47.300	46.800
52	1.5	52.032	51.270	51.058	50.708	50.408
	2	52.038	50.975	50.739	50.248	49.873
	3	52.048	50.379	50.099	49.300	48.800
	4	52.060	49.777	49.462	48.330	47.730
	5	52.071	49.158	48.823	47.368	46.658
55	1.5	55.032	54.270	54.058	53.708	53.408
	2	55.038	53.975	53.739	53.248	52.873
	3	55.048	53.379	53.099	52.300	51.800
	4	55.060	52.777	52.462	51.330	50.730

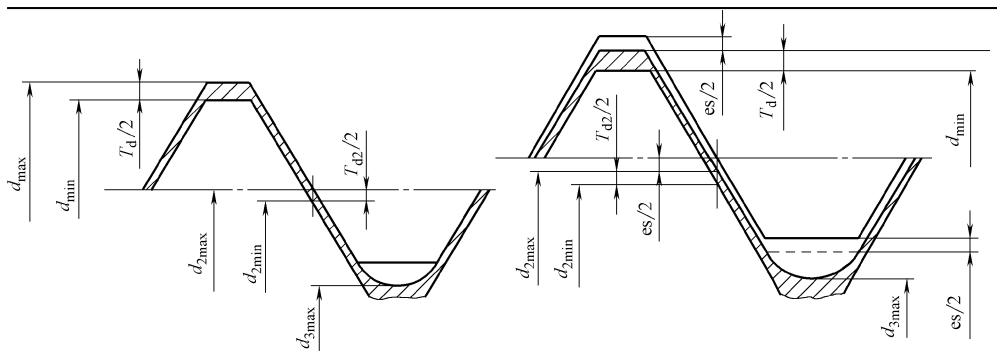
（续）

公称直径 D	螺距 P	大径 D_{min}	中径		小径	
			D_{2max}	D_{2min}	D_{1max}	D_{1min}
56	1.5	56.032	55.270	55.058	54.708	54.408
	2	56.038	54.975	54.739	54.248	53.873
	3	56.048	54.379	54.099	53.300	52.800
	4	56.060	53.777	53.462	52.330	51.730
	5.5	56.075	52.858	52.503	50.871	50.121
58	1.5	58.032	57.270	57.058	56.708	56.408
	2	58.038	56.975	56.739	56.248	55.873
	3	58.048	56.379	56.099	55.300	54.800
	4	58.060	55.777	55.462	54.330	53.730
60	1.5	60.032	59.270	59.058	58.708	58.408
	2	60.038	58.975	58.739	58.248	57.873
	3	60.048	58.379	58.099	57.300	56.800
	4	60.060	57.777	57.462	56.330	55.730
	5.5	60.075	56.858	56.503	54.871	54.121

注：本表只列出公称直径为 1～55mm 的值，标准中规定至公称直径为 100mm 的值，其余可查标准。

11. 普通外螺纹极限尺寸（见表 1-35～表 1-40）

表 1-35　普通外螺纹极限尺寸图示（摘自 GB/T 15756—2008）



a) 公差带位置为 h　　b) 公差带位置为 g、f 和 e

d_{max}——外螺纹大径的最大值
d_{min}——外螺纹大径的最小值
d_{2max}——外螺纹中径的最大值
d_{2min}——外螺纹中径的最小值
$d_{max} = d + es$
$d_{min} = d_{max} - T_d$
$d_{2max} = d_{max} - 3/4H$
$= d_{max} - 3/4 \times 0.866025404P$

d_{3max}——外螺纹小径的最大值
T_d——外螺纹大径公差
T_{d_2}——外螺纹中径公差
es——外螺纹基本偏差

$d_{2min} = d_{2max} - T_{d_2}$
$d_{3max} = d_{max} - 1.226869P$

表1-36 4h外螺纹的极限尺寸 （单位：mm）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
1	0.2	1.000	0.964	0.870	0.840	0.755
	0.25	1.000	0.958	0.838	0.804	0.693
1.1	0.2	1.100	1.064	0.970	0.940	0.855
	0.25	1.100	1.058	0.938	0.904	0.793
1.2	0.2	1.200	1.164	1.070	1.040	0.955
	0.25	1.200	1.158	1.038	1.004	0.893
1.4	0.2	1.400	1.364	1.270	1.240	1.155
	0.3	1.400	1.352	1.205	1.169	1.032
1.6	0.2	1.600	1.564	1.470	1.438	1.355
	0.35	1.600	1.547	1.373	1.333	1.171
1.8	0.2	1.800	1.764	1.670	1.638	1.555
	0.35	1.800	1.747	1.573	1.533	1.371
2	0.25	2.000	1.958	1.838	1.802	1.693
	0.4	2.000	1.940	1.740	1.698	1.509
2.2	0.25	2.200	2.158	2.038	2.002	1.893
	0.45	2.200	2.137	1.908	1.863	1.648
2.5	0.35	2.500	2.447	2.273	2.233	2.071
	0.45	2.500	2.437	2.208	2.163	1.948
3	0.35	3.000	2.947	2.773	2.731	2.571
	0.5	3.000	2.933	2.675	2.627	2.387
3.5	0.35	3.500	3.447	3.273	3.231	3.071
	0.6	3.500	3.420	3.110	3.057	2.764
4	0.5	4.000	3.933	3.675	3.627	3.387
	0.7	4.000	3.910	3.545	3.489	3.141
4.5	0.5	4.500	4.433	4.175	4.127	3.887
	0.75	4.500	4.410	4.013	3.957	3.580
5	0.5	5.000	4.933	4.675	4.627	4.387
	0.8	5.000	4.905	4.480	4.420	4.019
5.5	0.5	5.500	5.433	5.175	5.127	4.887
6	0.75	6.000	5.910	5.513	5.450	5.080
	1	6.000	5.888	5.350	5.279	4.773

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
7	0.75	7.000	6.910	6.513	6.450	6.080
	1	7.000	6.888	6.350	6.279	5.773
8	0.75	8.000	7.910	7.513	7.450	7.080
	1	8.000	7.888	7.350	7.279	6.773
	1.25	8.000	7.868	7.188	7.113	6.466
9	0.75	9.000	8.910	8.513	8.450	8.080
	1	9.000	8.888	8.350	8.279	7.773
	1.25	9.000	8.868	8.188	8.113	7.466
10	0.75	10.000	9.910	9.513	9.450	9.080
	1	10.000	9.888	9.350	9.279	8.773
	1.25	10.000	9.868	9.188	9.113	8.466
	1.5	10.000	9.850	9.026	8.941	8.160
11	0.75	11.000	10.910	10.513	10.450	10.080
	1	11.000	10.888	10.350	10.279	9.773
	1.5	11.000	10.850	10.026	9.941	9.160
12	1	12.000	11.888	11.350	11.275	10.773
	1.25	12.000	11.868	11.188	11.103	10.466
	1.5	12.000	11.850	11.026	10.936	10.160
	1.75	12.000	11.830	10.863	10.768	9.853
14	1	14.000	13.888	13.350	13.275	12.773
	1.5	14.000	13.850	13.026	12.936	12.160
	2	14.000	13.820	12.701	12.601	11.546
15	1	15.000	14.888	14.350	14.275	13.773
	1.5	15.000	14.850	14.026	13.936	13.160
16	1	16.000	15.888	15.350	15.275	14.773
	1.5	16.000	15.850	15.026	14.936	14.160
	2	16.000	15.820	14.701	14.601	13.546
17	1	17.000	16.888	16.350	16.275	15.773
	1.5	17.000	16.850	16.026	15.936	15.160
18	1	18.000	17.888	17.350	17.275	16.773
	1.5	18.000	17.850	17.026	16.936	16.160

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
18	2	18.000	17.820	16.701	16.601	15.546
	2.5	18.000	17.788	16.376	16.270	14.933
20	1	20.000	19.888	19.350	19.275	18.773
	1.5	20.000	19.850	19.026	18.936	18.160
	2	20.000	19.820	18.701	18.601	17.546
	2.5	20.000	19.788	18.376	18.270	16.933
22	1	22.000	21.888	21.350	21.275	20.773
	1.5	22.000	21.850	21.026	20.936	20.160
	2	22.000	21.820	20.701	20.601	19.546
	2.5	22.000	21.788	20.376	20.270	18.933
24	1	24.000	23.888	23.350	23.270	22.773
	1.5	24.000	23.850	23.026	22.931	22.160
	2	24.000	23.820	22.701	22.595	21.546
	3	24.000	23.764	22.051	21.926	20.319
25	1	25.000	24.888	24.350	24.270	23.773
	1.5	25.000	24.850	24.026	23.931	23.160
	2	25.000	24.820	23.701	23.595	22.546
26	1.5	26.000	25.850	25.026	24.931	24.160
27	1	27.000	26.888	26.350	26.270	25.773
	1.5	27.000	26.850	26.026	25.931	25.160
	2	27.000	26.820	25.701	25.595	24.546
	3	27.000	26.764	25.051	24.926	23.319
28	1	28.000	27.888	27.350	27.270	26.773
	1.5	28.000	27.850	27.026	26.931	26.160
	2	28.000	27.820	26.701	26.595	25.546
30	1	30.000	29.888	29.350	29.270	28.773
	1.5	30.000	29.850	29.026	28.931	28.160
	2	30.000	29.820	28.701	28.595	27.546
	3	30.000	29.764	28.051	27.926	26.319
	3.5	30.000	29.735	27.727	27.595	25.706
32	1.5	32.000	31.850	31.026	30.931	30.160

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
32	2	32.000	31.820	30.701	30.595	29.546
33	1.5	33.000	32.850	32.026	31.931	31.160
	2	33.000	32.820	31.701	31.595	30.546
	3	33.000	32.764	31.051	30.926	29.319
	3.5	33.000	32.735	30.727	30.595	28.706
36	1.5	36.000	35.850	35.026	34.931	34.160
	2	36.000	35.820	34.701	34.595	33.546
	3	36.000	35.764	34.051	33.926	32.319
	4	36.000	35.700	33.402	33.262	31.093
38	1.5	38.000	37.850	37.026	36.931	36.160
39	1.5	39.000	38.850	38.026	37.931	37.160
	2	39.000	38.820	37.701	37.595	36.546
	3	39.000	38.764	37.051	36.926	35.319
	4	39.000	38.700	36.402	36.262	34.093
40	1.5	40.000	39.850	39.026	38.931	38.160
	2	40.000	39.820	38.701	38.595	37.546
	3	40.000	39.764	38.051	37.926	36.319
42	1.5	42.000	41.850	41.026	40.931	40.160
	2	42.000	41.820	40.701	40.595	39.546
	3	42.000	41.764	40.051	39.926	38.319
	4	42.000	41.700	39.402	39.262	37.093
	4.5	42.000	41.685	39.077	38.927	36.479
45	1.5	45.000	44.850	44.026	43.931	43.160
	2	45.000	44.820	43.701	43.595	42.546
	3	45.000	44.764	43.051	42.926	41.319
	4	45.000	44.700	42.402	42.262	40.093
	4.5	45.000	44.685	42.077	41.927	39.479
48	1.5	48.000	47.850	47.026	46.926	46.160
	2	48.000	47.820	46.701	46.589	45.546
	3	48.000	47.764	46.051	45.919	44.319
	4	48.000	47.700	45.402	45.252	43.093

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
48	5	48.000	47.665	44.752	44.592	41.866
50	1.5	50.000	49.850	49.026	48.926	48.160
	2	50.000	49.820	48.701	48.589	47.546
	3	50.000	49.764	48.051	47.919	46.319
52	1.5	52.000	51.850	51.026	50.926	50.160
	2	52.000	51.820	50.701	50.589	49.546
	3	52.000	51.764	50.051	49.919	48.319
	4	52.000	51.700	49.402	49.252	47.093
	5	52.000	51.665	48.752	48.592	45.866
55	1.5	55.000	54.850	54.026	53.926	53.160
	2	55.000	54.820	53.701	53.589	52.546
	3	55.000	54.764	53.051	52.919	51.319
	4	55.000	54.700	52.402	52.252	50.093
56	1.5	56.000	55.850	55.026	54.926	54.160
	2	56.000	55.820	54.701	54.589	53.546
	3	56.000	55.764	54.051	53.919	52.319
	4	56.000	55.700	53.402	53.252	51.093
	5.5	56.000	55.645	52.428	52.258	49.252
58	1.5	58.000	57.850	57.026	56.926	56.160
	2	58.000	57.820	56.701	56.589	55.546
	3	58.000	57.764	56.051	55.919	54.319
	4	58.000	57.700	55.402	55.252	53.093
60	1.5	60.000	59.850	59.026	58.926	58.160
	2	60.000	59.820	58.701	58.589	57.546
	3	60.000	59.764	58.051	57.919	56.319
	4	60.000	59.700	57.402	57.252	55.093
	5.5	60.000	59.645	56.428	56.258	53.252
62	1.5	62.000	61.850	61.026	60.926	60.160
	2	62.000	61.820	60.701	60.589	59.546
	3	62.000	61.764	60.051	59.919	58.319
	4	62.000	61.700	59.402	59.252	57.093

注：本表只列出公称直径为1～62mm的值，标准中规定至公称直径为100mm的值，其余可查标准。

表 1-37 6h 外螺纹的极限尺寸 （单位：mm）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
1	0.2	1.000	0.944	0.870	0.822	0.755
	0.25	1.000	0.933	0.838	0.785	0.693
1.1	0.2	1.100	1.044	0.970	0.922	0.855
	0.25	1.100	1.033	0.938	0.885	0.793
1.2	0.2	1.200	1.144	1.070	1.022	0.955
	0.25	1.200	1.133	1.038	0.985	0.893
1.4	0.2	1.400	1.344	1.270	1.222	1.155
	0.3	1.400	1.325	1.205	1.149	1.032
1.6	0.2	1.600	1.544	1.470	1.420	1.355
	0.35	1.600	1.515	1.373	1.310	1.171
1.8	0.2	1.800	1.744	1.670	1.620	1.555
	0.35	1.800	1.715	1.573	1.510	1.371
2	0.25	2.000	1.933	1.838	1.782	1.693
	0.4	2.000	1.905	1.740	1.673	1.509
2.2	0.25	2.200	2.133	2.038	1.982	1.893
	0.45	2.200	2.100	1.908	1.837	1.648
2.5	0.35	2.500	2.415	2.273	2.210	2.071
	0.45	2.500	2.400	2.208	2.137	1.948
3	0.35	3.000	2.915	2.773	2.706	2.571
	0.5	3.000	2.894	2.675	2.600	2.387
3.5	0.35	3.500	3.415	3.273	3.206	3.071
	0.6	3.500	3.375	3.110	3.025	2.764
4	0.5	4.000	3.894	3.675	3.600	3.387
	0.7	4.000	3.860	3.545	3.455	3.141
4.5	0.5	4.500	4.394	4.175	4.100	3.887
	0.75	4.500	4.360	4.013	3.923	3.580
5	0.5	5.000	4.894	4.675	4.600	4.387
	0.8	5.000	4.850	4.480	4.385	4.019
5.5	0.5	5.500	5.394	5.175	5.100	4.887
6	0.75	6.000	5.860	5.513	5.413	5.080
	1	6.000	5.820	5.350	5.238	4.773

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
7	0.75	7.000	6.860	6.513	6.413	6.080
	1	7.000	6.820	6.350	6.238	5.773
8	0.75	8.000	7.860	7.513	7.413	7.080
	1	8.000	7.820	7.350	7.238	6.773
	1.25	8.000	7.788	7.188	7.070	6.466
9	0.75	9.000	8.860	8.513	8.413	8.080
	1	9.000	8.820	8.350	8.238	7.773
	1.25	9.000	8.788	8.188	8.070	7.466
10	0.75	10.000	9.860	9.513	9.413	9.080
	1	10.000	9.820	9.350	9.238	8.773
	1.25	10.000	9.788	9.188	9.070	8.466
	1.5	10.000	9.764	9.026	8.894	8.160
11	0.75	11.000	10.860	10.513	10.413	10.080
	1	11.000	10.820	10.350	10.238	9.773
	1.5	11.000	10.764	10.026	9.894	9.160
12	1	12.000	11.820	11.350	11.232	10.773
	1.25	12.000	11.788	11.188	11.056	10.466
	1.5	12.000	11.764	11.026	10.886	10.160
	1.75	12.000	11.735	10.863	10.713	9.853
14	1	14.000	13.820	13.350	13.232	12.773
	1.5	14.000	13.764	13.026	12.886	12.160
	2	14.000	13.720	12.701	12.541	11.546
15	1	15.000	14.820	14.350	14.232	13.773
	1.5	15.000	14.764	14.026	13.886	13.160
16	1	16.000	15.820	15.350	15.232	14.773
	1.5	16.000	15.764	15.026	14.886	14.160
	2	16.000	15.720	14.701	14.541	13.546
17	1	17.000	16.820	16.350	16.232	15.773
	1.5	17.000	16.764	16.026	15.886	15.160
18	1	18.000	17.820	17.350	17.232	16.773
	1.5	18.000	17.764	17.026	16.886	16.160

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
18	2	18.000	17.720	16.701	16.541	15.546
	2.5	18.000	17.665	16.376	16.206	14.933
20	1	20.000	19.820	19.350	19.232	18.773
	1.5	20.000	19.764	19.026	18.886	18.160
	2	20.000	19.720	18.701	18.541	17.546
	2.5	20.000	19.665	18.376	18.206	16.933
22	1	22.000	21.820	21.350	21.232	20.7737
	1.5	22.000	21.764	21.026	20.886	20.160
	2	22.000	21.720	20.701	20.541	19.546
	2.5	22.000	21.665	20.376	20.206	18.933
24	1	24.000	23.820	23.350	23.225	22.773
	1.5	24.000	23.764	23.026	22.876	22.160
	2	24.000	23.720	22.701	22.531	21.546
	3	24.000	23.625	22.051	21.851	20.319
25	1	25.000	24.820	24.350	24.225	23.773
	1.5	25.000	24.764	24.026	23.876	23.160
	2	25.000	24.720	23.701	23.531	22.546
26	1.5	26.000	25.764	25.026	24.876	24.160
27	1	27.000	26.820	26.350	26.225	25.773
	1.5	27.000	26.764	26.026	25.876	25.160
	2	27.000	26.720	25.701	25.531	24.546
	3	27.000	26.625	25.051	24.851	23.319
28	1	28.000	27.820	27.350	27.225	26.773
	1.5	28.000	27.764	27.026	26.876	26.160
	2	28.000	27.720	26.701	26.531	25.546
30	1	30.000	29.820	29.350	29.225	28.773
	1.5	30.000	29.764	29.026	28.876	28.160
	2	30.000	29.720	28.701	28.531	27.546
	3	30.000	29.625	28.051	27.851	26.319
	3.5	30.000	29.575	27.727	27.515	25.706
32	1.5	32.000	31.764	31.026	30.876	30.160

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
32	2	32.000	31.720	30.701	30.531	29.546
33	1.5	33.000	32.764	32.026	31.876	31.160
	2	33.000	32.720	31.701	31.531	30.546
	3	33.000	32.625	31.051	30.851	29.319
	3.5	33.000	32.575	30.727	30.515	28.706
36	1.5	36.000	35.764	35.026	34.876	34.160
	2	36.000	35.720	34.701	34.531	33.546
	3	36.000	35.625	34.051	33.851	32.319
	4	36.000	35.525	33.402	33.178	31.093
38	1.5	38.000	37.764	37.026	36.876	36.160
39	1.5	39.000	38.764	38.026	37.876	37.160
	2	39.000	38.720	37.701	37.531	36.546
	3	39.000	38.625	37.051	36.851	35.319
	4	39.000	38.525	36.402	36.178	34.093
40	1.5	40.000	39.764	39.026	38.876	38.160
	2	40.000	39.720	38.701	38.531	37.546
	3	40.000	39.625	38.051	37.851	36.319
42	1.5	42.000	41.764	41.026	40.876	40.160
	2	42.000	41.720	40.701	40.531	39.546
	3	42.000	41.625	40.051	39.851	38.319
	4	42.000	41.525	39.402	39.178	37.093
	4.5	42.000	41.500	39.077	38.841	36.479
45	1.5	45.000	44.764	44.026	43.876	43.160
	2	45.000	44.720	43.701	43.531	42.546
	3	45.000	44.625	43.051	42.851	41.319
	4	45.000	44.525	42.402	42.178	40.093
	4.5	45.000	44.500	42.077	41.841	39.479
48	1.5	48.000	47.764	47.026	46.866	46.160
	2	48.000	47.720	46.701	46.521	45.546
	3	48.000	47.625	46.051	45.839	44.319
	4	48.000	47.525	45.402	45.166	43.093

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
48	5	48.000	47.470	44.752	44.502	41.866
50	1.5	50.000	49.764	49.026	48.866	48.160
	2	50.000	49.720	48.701	48.521	47.546
	3	50.000	49.625	48.051	47.839	46.319
52	1.5	52.000	51.764	51.026	50.866	50.160
	2	52.000	51.720	50.701	50.521	49.546
	3	52.000	51.625	50.051	49.839	48.319
	4	52.000	51.525	49.402	49.166	47.093
	5	52.000	51.470	48.752	48.502	45.866

注：本表只列出公称直径为 1～52mm 的值，标准中规定至公称直径为 100mm 的值，其余可查标准。

表 1-38　6g 外螺纹的极限尺寸　　（单位：mm）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
2	0.2	0.983	0.927	0.853	0.805	0.738
	0.25	0.982	0.915	0.820	0.767	0.675
1.1	0.2	1.083	1.027	0.953	0.905	0.838
	0.25	1.082	1.015	0.920	0.867	0.775
1.2	0.2	1.183	1.127	1.053	1.005	0.938
	0.25	1.182	1.115	1.020	0.967	0.875
1.4	0.2	1.383	1.327	1.253	1.205	1.138
	0.3	1.382	1.307	1.187	1.131	1.014
1.6	0.2	1.583	1.527	1.453	1.403	1.338
	0.35	1.581	1.496	1.354	1.291	1.152
1.8	0.2	1.783	1.727	1.653	1.603	1.538
	0.35	1.781	1.696	1.554	1.491	1.352
2	0.25	1.982	1.915	1.820	1.764	1.675
	0.4	1.981	1.886	1.721	1.654	1.490
2.2	0.25	2.182	2.115	2.020	1.964	1.875
	0.45	2.180	2.080	1.888	1.817	1.628
2.5	0.35	2.481	2.396	2.254	2.191	2.052
	0.45	2.480	2.380	2.188	2.117	1.928

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
3	0.35	2.981	2.896	2.754	2.687	2.552
	0.5	2.980	2.874	2.655	2.580	2.367
3.5	0.35	3.481	3.396	3.254	3.187	3.052
	0.6	3.479	3.354	3.089	3.004	2.743
4	0.5	3.980	3.874	3.655	3.580	3.367
	0.7	3.978	3.838	3.523	3.433	3.119
4.5	0.5	4.480	4.374	4.155	4.080	3.867
	0.75	4.478	4.338	3.991	3.901	3.558
5	0.5	4.980	4.874	4.655	4.580	4.367
	0.8	4.976	4.826	4.456	4.361	3.995
5.5	0.5	5.480	5.374	5.155	5.080	4.867
6	0.75	5.978	5.838	5.491	5.391	5.058
	1	5.974	5.794	5.324	5.212	4.747
7	0.75	6.978	6.838	6.491	6.391	6.058
	1	6.974	6.794	6.324	6.212	5.747
8	0.75	7.978	7.838	7.491	7.391	7.058
	1	7.974	7.794	7.324	7.212	6.747
	1.25	7.972	7.760	7.160	7.042	6.438
9	0.75	8.978	8.838	8.491	8.391	8.058
	1	8.974	8.794	8.324	8.212	7.747
	1.25	8.972	8.760	8.160	8.042	7.438
10	0.75	9.978	9.838	9.491	9.391	9.058
	1	9.974	9.794	9.324	9.212	8.747
	1.25	9.972	9.760	9.160	9.042	8.438
	1.5	9.968	9.732	8.994	8.862	8.128
11	0.75	10.978	10.838	10.491	10.391	10.058
	1	10.974	10.794	10.324	10.212	9.747
	1.5	10.968	10.732	9.994	9.862	9.128
12	1	11.974	11.794	11.324	11.206	10.747
	1.25	11.972	11.760	11.160	11.028	10.438
	1.5	11.968	11.732	10.994	10.854	10.128

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
12	1.75	11.966	11.701	10.829	10.679	9.819
14	1	13.974	13.794	13.324	13.206	12.747
	1.5	13.968	13.732	12.994	12.854	12.128
	2	13.962	13.682	12.663	12.503	11.508
15	1	14.974	14.794	14.324	14.206	13.747
	1.5	14.968	14.732	13.994	13.854	13.128
16	1	15.974	15.794	15.324	15.206	14.747
	1.5	15.968	15.732	14.994	14.854	14.128
	2	15.962	15.682	14.663	14.503	13.508
17	1	16.974	16.794	16.324	16.206	15.747
	1.5	16.968	16.732	15.994	15.854	15.128
18	1	17.974	17.794	17.324	17.206	16.747
	1.5	17.968	17.732	16.994	16.854	16.128
	2	17.962	17.682	16.663	16.503	15.508
	2.5	17.958	17.623	16.334	16.164	14.891
20	1	19.974	19.794	19.324	19.206	18.747
	1.5	19.968	19.732	18.994	18.854	18.128
	2	19.962	19.682	18.663	18.503	17.508
	2.5	19.958	19.623	18.334	18.164	16.891
22	1	21.974	21.794	21.324	21.206	20.747
	1.5	21.968	21.732	20.994	20.854	20.128
	2	21.962	21.682	20.663	20.503	19.508
	2.5	21.958	21.623	20.334	20.164	18.891
24	1	23.974	23.794	23.324	23.199	22.747
	1.5	23.968	23.732	22.994	22.844	22.128
	2	23.962	23.682	22.663	22.493	21.508
	3	23.952	23.577	22.003	21.803	20.271
25	1	24.974	24.794	24.324	24.199	23.747
	1.5	24.968	24.732	23.994	23.844	23.128
	2	24.962	24.682	23.663	23.493	22.508
26	1.5	25.968	25.732	24.994	24.844	24.128

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
27	1	26.974	26.794	26.324	26.199	25.747
	1.5	26.968	26.732	25.994	25.844	25.128
	2	26.962	26.682	25.663	25.493	24.508
	3	26.952	26.577	25.003	24.803	23.271
28	1	27.974	27.794	27.324	27.100	26.747
	1.5	27.968	27.732	26.994	26.844	26.128
	2	27.962	27.682	26.663	26.493	25.508
30	1	29.974	29.794	29.324	29.199	28.747
	1.5	29.968	29.732	28.994	28.844	28.128
	2	29.962	29.682	28.663	28.493	27.508
	3	29.952	29.577	28.003	27.803	26.271
	3.5	29.947	29.522	27.674	27.462	25.653
32	1.5	31.968	31.732	30.994	30.844	30.128
	2	31.962	31.682	30.663	30.493	29.508
33	1.5	32.968	32.732	31.994	31.844	31.128
	2	32.962	32.682	31.663	31.493	30.508
	3	32.952	32.577	31.003	30.803	29.271
	3.5	32.947	32.522	30.674	30.462	28.653
36	1.5	35.968	35.732	34.994	34.844	34.128
	2	35.962	35.682	34.663	34.493	33.508
	3	35.952	35.577	34.003	33.803	32.271
	4	35.940	35.465	33.342	33.118	31.033
38	1.5	37.968	37.732	36.994	36.844	36.128
39	1.5	38.968	38.732	37.994	37.844	37.128
	2	38.962	38.682	37.663	37.493	36.508
	3	38.952	38.577	37.003	36.803	35.271
	4	38.940	38.465	36.342	36.118	34.033
40	1.5	39.968	39.732	38.994	38.844	38.128

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
40	2	39.962	39.682	38.663	38.493	37.508
	3	39.952	39.577	38.003	37.803	36.271
42	1.5	41.968	41.732	40.994	40.844	40.128
	2	41.962	41.682	40.663	40.493	39.508
	3	41.952	41.577	40.003	39.803	38.271
	4	41.940	41.465	39.342	39.118	37.033
	4.5	41.937	41.437	39.014	38.778	36.416
45	1.5	44.968	44.732	43.994	43.844	43.128
	2	44.962	44.682	43.663	43.493	42.508
	3	44.952	44.577	43.003	42.803	41.271
	4	44.940	44.465	42.342	42.118	40.033
	4.5	44.937	44.437	42.014	41.778	39.416

注：本表只列出公称直径为 1～45mm 的值，标准中规定至公称直径为 300mm 的值，其余可查标准。

表 1-39　6f 外螺纹的极限尺寸　　（单位：mm）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
1.6	0.35	1.566	1.481	1.339	1.276	1.137
1.8	0.35	1.766	1.681	1.539	1.476	1.337
2	0.4	1.966	1.871	1.706	1.639	1.475
2.2	0.45	2.165	2.065	1.873	1.802	1.613
2.5	0.35	2.466	2.381	2.239	2.176	2.037
	0.45	2.465	2.365	2.173	2.102	1.913
3	0.35	2.966	2.881	2.739	2.672	2.537
	0.5	2.964	2.858	2.639	2.564	2.351
3.5	0.35	3.466	3.381	3.239	3.172	3.037
	0.6	3.464	3.339	3.074	2.989	2.728
4	0.5	3.964	3.858	3.639	3.564	3.351
	0.7	3.962	3.822	3.507	3.417	3.103
4.5	0.5	4.464	4.358	4.139	4.064	3.851
	0.75	4.462	4.322	3.975	3.885	3.542

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
5	0.5	4.964	4.858	4.639	4.564	4.351
	0.8	4.962	4.812	4.442	4.347	3.981
5.5	0.5	5.464	5.358	5.139	5.064	4.851
6	0.75	5.962	5.822	5.475	5.375	5.042
	1	5.960	5.780	5.310	5.198	4.733
7	0.75	6.962	6.822	6.475	6.375	6.042
	1	6.960	6.780	6.310	6.198	5.733
8	0.75	7.962	7.822	7.475	7.375	7.042
	1	7.960	7.780	7.310	7.198	6.733
	1.25	7.958	7.746	7.146	7.028	6.424
9	0.75	8.962	8.822	8.475	8.375	8.042
	1	8.960	8.780	8.310	8.198	7.733
	1.25	8.958	8.746	8.146	8.028	7.424
10	0.75	9.962	9.822	9.475	9.375	9.042
	1	9.960	9.780	9.310	9.198	8.733
	1.25	9.958	9.746	9.146	9.028	8.424
	1.5	9.955	9.719	8.981	8.849	8.115
11	0.75	10.962	10.822	10.475	10.375	10.042
	1	10.960	10.780	10.310	10.198	9.733
	1.5	10.955	10.719	9.981	9.849	9.115
12	1	11.960	11.780	11.310	11.192	10.733
	1.25	11.958	11.746	11.146	11.014	10.424
	1.5	11.955	11.719	10.981	10.841	10.115
	1.75	11.952	11.687	10.815	10.665	9.805
14	1	13.960	13.780	13.310	13.192	12.733
	1.5	13.955	13.719	12.981	12.841	12.115
	2	13.948	13.668	12.649	12.489	11.494
15	1	14.960	14.780	14.310	14.192	13.733
	1.5	14.955	14.719	13.981	13.841	13.115
16	1	15.960	15.780	15.310	15.192	14.733
	1.5	15.955	15.719	14.981	14.841	14.115

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
16	2	15.948	15.668	14.649	14.489	13.494
17	1	16.960	16.780	16.310	16.192	15.733
	1.5	16.955	16.719	15.981	15.841	15.115
18	1	17.960	17.780	17.310	17.192	16.733
	1.5	17.955	17.719	16.981	16.841	16.115
	2	17.948	17.668	16.649	16.489	15.494
	2.5	17.942	17.607	16.318	16.148	14.875
20	1	19.960	19.780	19.310	19.192	18.733
	1.5	19.955	19.719	18.981	18.841	18.115
	2	19.948	19.668	18.649	18.489	17.494
	2.5	19.942	19.607	18.318	18.148	16.875
22	1	21.960	21.780	21.310	21.192	20.733
	1.5	21.955	21.719	20.981	20.841	20.115
	2	21.948	21.668	20.649	20.489	19.494
	2.5	21.942	21.607	20.318	20.148	18.875
24	1	23.960	23.780	23.310	23.185	22.733
	1.5	23.955	23.719	22.981	22.831	22.115
	2	23.948	23.668	22.649	22.479	21.494
	3	23.937	23.562	21.988	21.788	20.256
25	1	24.960	24.780	24.310	24.185	23.733
	1.5	24.955	24.719	23.981	23.831	23.115
	2	24.948	24.668	23.649	23.479	22.494
26	1.5	25.955	25.719	24.981	24.831	24.115
27	1	26.960	26.780	26.310	26.185	25.733
	1.5	26.955	26.719	25.981	25.831	25.115
	2	26.948	26.668	25.649	25.479	24.494
	3	26.937	26.562	24.988	24.788	23.256
28	1	27.960	27.780	27.310	27.185	26.733
	1.5	27.955	27.719	26.981	26.831	26.115
	2	27.948	27.668	26.649	26.479	25.494
30	1	29.960	29.780	29.310	29.185	28.733

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
30	1.5	29.955	29.719	28.981	28.831	28.115
	2	29.948	29.668	28.649	28.479	27.494
	3	29.937	29.562	27.988	27.788	26.256
	3.5	29.930	29.505	27.657	27.445	25.636
32	1.5	31.955	31.719	30.981	30.831	30.115
	2	31.948	31.668	30.649	30.479	29.494
33	1.5	32.955	32.719	31.981	31.831	31.115
	2	32.948	32.668	31.649	31.479	30.494
	3	32.937	32.562	30.988	30.788	29.256
	3.5	32.930	32.505	30.657	30.445	28.636
36	1.5	35.955	35.719	34.981	34.831	34.115
	2	35.948	35.668	34.649	34.479	33.494
	3	35.937	35.562	33.988	33.788	32.256
	4	35.925	35.450	33.327	33.103	31.018
38	1.5	37.955	37.719	36.981	36.831	36.115
39	1.5	38.955	38.719	37.981	37.831	37.115
	2	38.948	38.668	37.649	37.479	36.494
	3	38.937	38.562	36.988	36.788	35.256
	4	38.925	38.450	36.327	36.103	34.018
40	1.5	39.955	39.719	38.981	38.831	38.115
	2	39.948	39.668	38.649	38.479	37.494
	3	39.937	39.562	37.988	37.788	36.256

注：本表只列出公称直径为1～40mm的值，标准中规定至公称直径为200mm的值，其余可查标准。

表1-40 6e外螺纹的极限尺寸 （单位：mm）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
3	0.5	2.950	2.844	2.625	2.550	2.337
3.5	0.6	3.447	3.322	3.057	2.972	2.711
4	0.5	3.950	3.844	3.625	3.550	3.337
	0.7	3.944	3.804	3.489	3.399	3.085

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
4.5	0.5	4.450	4.344	4.125	4.050	3.837
	0.75	4.444	4.304	3.957	3.867	3.524
5	0.5	4.950	4.844	4.625	4.550	4.337
	0.8	4.940	4.790	4.420	4.325	3.959
5.5	0.5	5.450	5.344	5.125	5.050	4.837
6	0.75	5.944	5.804	5.457	5.357	5.024
	1	5.940	5.760	5.290	5.178	4.713
7	0.75	6.944	6.804	6.457	6.357	6.024
	1	6.940	6.760	6.290	6.178	5.713
8	0.75	7.944	7.804	7.457	7.357	7.024
	1	7.940	7.760	7.290	7.178	6.713
	1.25	7.937	7.725	7.125	7.007	6.403
9	0.75	8.944	8.804	8.457	8.357	8.024
	1	8.940	8.760	8.290	8.178	7.713
	1.25	8.937	8.725	8.125	8.007	7.403
10	0.75	9.944	9.804	9.457	9.357	9.024
	1	9.940	9.760	9.290	9.178	8.713
	1.25	9.937	9.725	9.125	9.007	8.403
	1.5	9.933	9.697	8.959	8.827	8.093
11	0.75	10.944	10.804	10.457	10.357	10.024
	1	10.940	10.760	10.290	10.178	9.713
	1.5	10.933	10.697	9.959	9.827	9.093
12	1	11.940	11.760	11.290	11.172	10.713
	1.25	11.937	11.725	11.125	10.993	10.403
	1.5	11.933	11.697	10.959	10.819	10.093
	1.75	11.929	11.664	10.792	10.642	9.782
14	1	13.940	13.760	13.290	13.172	12.713
	1.5	13.933	13.697	12.959	12.819	12.093
	2	13.929	13.649	12.630	12.470	11.475
15	1	14.940	14.760	14.290	14.172	13.713
	1.5	14.933	14.697	13.959	13.819	13.093

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
16	1	15.940	15.760	15.290	15.172	14.713
	1.5	15.933	15.697	14.959	14.819	14.093
	2	15.929	15.649	14.630	14.470	13.475
17	1	16.940	16.760	16.290	16.172	15.713
	1.5	16.933	16.697	15.959	15.819	15.093
18	1	17.940	17.760	17.290	17.172	16.713
	1.5	17.933	17.697	16.959	16.819	16.093
	2	17.929	17.649	16.630	16.470	15.475
	2.5	17.920	17.585	16.296	16.126	14.853
20	1	19.940	19.760	19.290	19.172	18.713
	1.5	19.933	19.697	18.959	18.819	18.093
	2	19.929	19.649	18.630	18.470	17.475
	2.5	19.920	19.585	18.296	18.126	16.853
22	1	21.940	21.760	21.290	21.172	20.713
	1.5	21.933	21.697	20.959	20.819	20.093
	2	21.929	21.649	20.630	20.470	19.475
	2.5	21.920	21.585	20.296	20.126	18.853
24	1	23.940	23.760	23.290	23.165	22.713
	1.5	23.933	23.697	22.959	22.809	22.093
	2	23.929	23.649	22.630	22.460	21.475
	3	23.915	23.540	21.966	21.766	20.234
25	1	24.940	24.760	24.290	24.165	23.713
	1.5	24.933	24.697	23.959	23.809	23.093
	2	24.929	24.649	23.630	23.460	22.475
26	1.5	25.933	25.697	24.959	24.809	24.093
27	1	26.940	26.760	26.290	26.165	25.713
	1.5	26.933	26.697	25.959	25.809	25.093
	2	26.929	26.649	25.630	25.460	24.475
	3	26.915	26.540	24.966	24.766	23.234
28	1	27.940	27.760	27.290	27.165	26.713

（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
28	1.5	27.933	27.697	26.959	26.809	26.093
	2	27.929	27.649	26.630	26.460	25.475
30	1	29.940	29.760	29.290	29.165	28.713
	1.5	29.933	29.697	28.959	28.809	28.093
	2	29.929	29.649	28.630	28.460	27.475
	3	29.915	29.540	27.966	27.766	26.234
	3.5	29.910	29.485	27.637	27.425	25.616
32	1.5	31.933	31.697	30.959	30.809	30.093
	2	31.929	31.649	30.630	30.460	29.475
33	1.5	32.933	32.697	31.959	31.809	31.093
	2	32.929	32.649	31.630	31.460	30.475
	3	32.915	32.540	30.966	30.766	29.234
	3.5	32.910	32.485	30.637	30.425	28.616
36	1.5	35.933	35.697	34.959	34.809	34.093
	2	35.929	35.649	34.630	34.460	33.475
	3	35.915	35.540	33.966	33.766	32.234
	4	35.905	35.430	33.307	33.083	30.998
38	1.5	37.933	37.697	36.959	36.809	36.093
39	1.5	38.933	38.697	37.959	37.809	37.093
	2	38.929	38.649	37.630	37.460	36.475
	3	38.915	38.540	36.966	36.766	35.234
	4	38.905	38.430	36.307	36.083	33.998
40	1.5	39.933	39.697	38.959	38.809	38.093
	2	39.929	39.649	38.630	38.460	37.475
	3	39.915	39.540	37.966	37.766	36.234
42	1.5	41.933	41.697	40.959	40.809	40.093
	2	41.929	41.649	40.630	40.460	39.475
	3	41.915	41.540	39.966	39.766	38.234
	4	41.905	41.430	39.307	39.083	36.998
	4.5	41.900	41.400	38.977	38.741	36.379
45	1.5	44.933	44.697	43.959	43.809	43.093
	2	44.929	44.649	43.630	43.460	42.475
	3	44.915	44.540	42.966	42.766	41.234
	4	44.905	44.430	42.307	42.083	39.998
	4.5	44.900	44.400	41.977	41.741	39.379

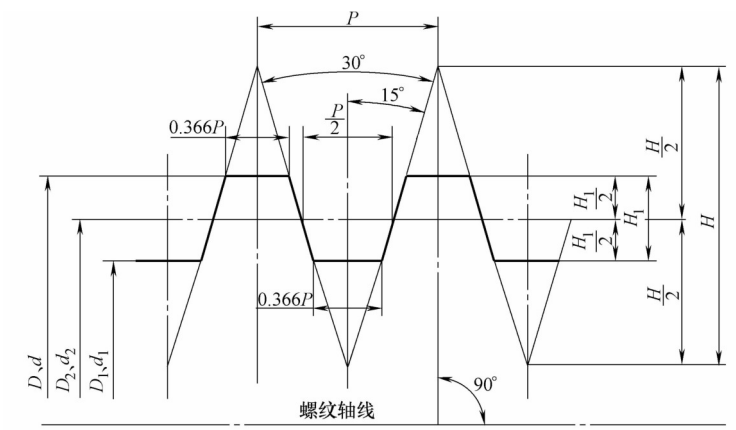
（续）

公称直径 d	螺距 P	大径		中径		小径(参考)
		d_{max}	d_{min}	d_{2max}	d_{2min}	d_{3max}
48	1.5	47.933	47.697	46.959	46.799	46.093
	2	47.929	47.649	46.630	46.450	45.475
	3	47.915	47.540	45.966	45.754	44.234
	4	47.905	47.430	45.307	45.071	42.998
	5	47.894	47.364	44.646	44.396	41.760
50	1.5	49.933	49.697	48.959	48.799	48.093
	2	49.929	49.649	48.630	48.450	47.475
	3	49.915	49.540	47.966	47.754	46.234
52	1.5	51.933	51.697	50.959	50.799	50.093
	2	51.929	51.649	50.630	50.450	49.475
	3	51.915	51.540	49.966	49.754	48.234
	4	51.905	51.430	49.307	49.071	46.998
	5	51.894	51.364	48.646	48.396	45.760
55	1.5	54.933	54.697	53.959	53.799	53.093
	2	54.929	54.649	53.630	53.450	52.475
	3	54.915	54.540	52.966	52.754	51.234
	4	54.905	54.430	52.307	52.071	49.998

注：本表只列出公称直径为1～55mm的值，标准中规定至公称直径为200mm的值，其余可查标准。

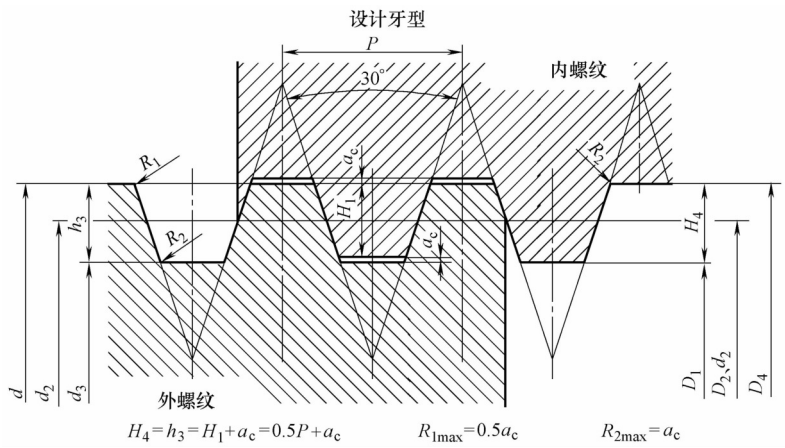
12. 梯形螺纹牙型（见表1-41）

表1-41 梯形螺纹牙型（摘自 GB/T 5796.1—2005） （单位：mm）



（续）

基本牙型尺寸				
螺　距 P	H $1.866P$	$H/2$ $0.933P$	H_1 $0.5P$	牙顶和牙底宽 $0.366P$
1.5	2.799	1.400	0.75	0.549
2	3.732	1.866	1	0.732
3	5.598	2.799	1.5	1.098
4	7.464	3.732	2	1.464
5	9.330	4.665	2.5	1.830
6	11.196	5.598	3	2.196
7	13.062	6.531	3.5	2.562
8	14.928	7.464	4	2.928
9	16.794	8.397	4.5	3.294
10	18.660	9.330	5	3.660
12	22.392	11.196	6	4.392
14	26.124	13.062	7	5.124
16	29.856	14.928	8	5.856
18	33.588	16.794	9	6.588
20	37.320	18.660	10	7.320
22	41.052	20.526	11	8.052
24	44.784	22.392	12	8.784
28	52.248	26.124	14	10.248
32	59.712	29.856	16	11.712
36	67.176	33.588	18	13.176
40	74.640	37.320	20	14.640
44	82.104	41.052	22	16.104



（续）

设计牙型尺寸				
螺距 P	a_c	$H_4=h_3$	R_1 max	R_2 max
1.5	0.15	0.9	0.075	0.15
2	0.25	1.25	0.125	0.25
3	0.25	1.75	0.125	0.25
4	0.25	2.25	0.125	0.25
5	0.25	2.75	0.125	0.25
6	0.5	3.5	0.25	0.5
7	0.5	4	0.25	0.5
8	0.5	4.5	0.25	0.5
9	0.5	5	0.25	0.5
10	0.5	5.5	0.25	0.5
12	0.5	6.5	0.25	0.5
14	1	8	0.5	1
16	1	9	0.5	1
18	1	10	0.5	1
20	1	11	0.5	1
22	1	12	0.5	1
24	1	13	0.5	1
28	1	15	0.5	1
32	1	17	0.5	1
36	1	19	0.5	1
40	1	21	0.5	1
44	1	23	0.5	1

13. 梯形螺纹直径与螺距的标准组合系列（见表1-42）

表1-42 梯形螺纹直径与螺距的标准组合系列（摘自 GB/T 5796.2—2005）

（单位：mm）

1. 直径与螺距系列及其选择

在表内，应选择与直径处于同一行内的螺距。表中，优先选用第一系列直径，其次选用第二系列直径。新产品设计中，不宜选用表内的第三系列直径。优先选用粗黑框内的螺距。如果需要使用表中规定以外的螺距，则选用表中邻近直径所对应的螺距

2. 螺纹标记

标准梯形螺纹的标记应由螺纹特征代号“Tr”、公称直径和导程的毫米值、螺距代号“P”和螺距毫米值组成。公称直径与导程之间用“×”号分开；螺距代号“P”和螺距值用圆括号括上。对单线梯形螺纹，其标记应省略圆括号部分（螺距代号“P”和螺距值）

对标准左旋梯形螺纹，其标记内应添加左旋代号“LH”。右旋梯形螺纹不标注其旋向代号。

标记示例：

公称直径为40mm、导程和螺距为7mm的右旋单线梯形螺纹标记为：Tr40×7

公称直径为40mm、导程为14mm，螺距为7mm的右旋双线梯形螺纹标记为：Tr40×14(P7)

公称直径为40mm、导程为14mm，螺距为7mm的左旋双线梯形螺纹标记为：Tr40×14(P7)LH

（续）

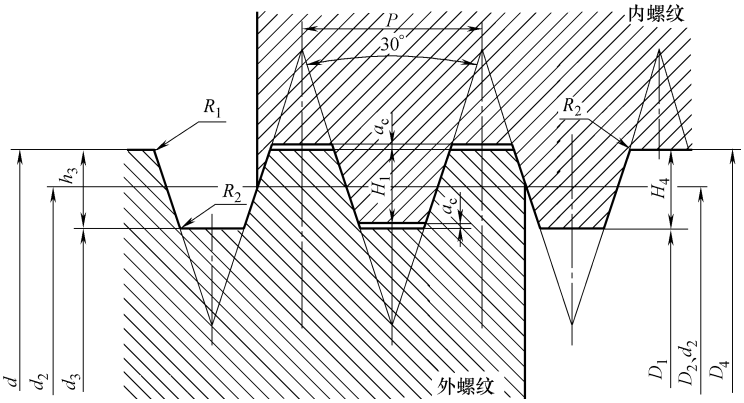
公称直径			螺　距																				
第一系列	第二系列	第三系列	44	40	36	32	28	24	22	20	18	16	14	12	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1.5
8																								1.5
	9																						2	1.5
10																							2	1.5
	11																					3	2	
12																						3	2	
	14																					3	2	
16																					4		2	
	18																				4		2	
20																					4		2	
	22																8			5		3		
24																	8			5		3		
	26																8			5		3		
28																	8			5		3		
	30														10				6			3		
32															10				6			3		
	34														10				6			3		
36															10				6			3		
	38														10			7				3		
40															10			7				3		
	42														10			7				3		
44														12				7				3		
	46													12			8					3		
48														12			8					3		
	50													12			8					3		
52														12			8					3		
	55												14			9						3		
60													14			9						3		
	65											16			10						4			
70												16			10						4			
	75											16			10						4			
80												16			10						4			
	85										18			12							4			
90											18			12							4			

（续）

公称直径			螺距																						
第一系列	第二系列	第三系列	44	40	36	32	28	24	22	20	18	16	14	12	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1.5
	95										18			12							4			
100										20				12							4			
		105								20				12							4			
	110									20				12							4			
		115							22				14						6					
120									22				14						6					
		125							22				14						6					
	130								22				14						6					
		135						24					14						6					
140								24					14						6					
		145						24					14						6					
	150							24				16							6					
		155						24				16							6					
160							28					16							6					
		165					28					16							6					
	170						28					16							6					
		175					28					16					8							
180							28				18						8							
		185				32					18						8							
	190					32					18						8							
		195				32					18						8							
200						32					18						8							
	210				36					20							8							
220					36					20							8							
	230				36					20							8							
240					36				22								8							
	250			40					22					12										
260				40					22					12										
	270			40				24						12										
280				40				24						12										
	290		44					24						12										
300			44					24						12										

14. 梯形螺纹基本尺寸（见表 1-43）

表 1-43　梯形螺纹基本尺寸（GB/T 5796.3—2005）　　（单位：mm）



设计牙型

$D_1 = d - 2 \times H_1 = d - P$　　$d_3 = d - 2h_3 = d - P - 2a_c$

$D_4 = d + 2a_c$　　$d_2 = D_2 = d - H_1 = d - 0.5P$

公称直径 d			螺距	中径	大径	小　径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2 = D_2$	D_4	d_3	D_1
8			1.5	7.250	8.300	6.200	6.500
	9		1.5	8.250	9.300	7.200	7.500
			2	8.000	9.500	6.500	7.000
10			1.5	9.250	10.300	8.200	8.500
			2	9.000	10.500	7.500	8.000
	11		2	10.000	11.500	8.500	9.000
			3	9.500	11.500	7.500	8.000
12			2	11.000	12.500	9.500	10.000
			3	10.500	12.500	8.500	9.000
	14		2	13.000	14.500	11.500	12.000
			3	12.500	14.500	10.500	11.000
16			2	15.000	16.500	13.500	14.000
			4	14.000	16.500	11.500	12.000
	18		2	17.000	18.500	15.500	16.000
			4	16.000	18.500	13.500	14.000
20			2	19.000	20.500	17.500	18.000
			4	18.000	20.500	15.500	16.000

（续）

公称直径 d			螺距	中径	大径	小径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2=D_2$	D_4	d_3	D_1
	22		3	20.500	22.500	18.500	19.000
			5	19.500	22.500	16.500	17.000
			8	18.000	23.000	13.000	14.000
24			3	22.500	24.500	20.500	21.000
			5	21.500	24.500	18.500	19.000
			8	20.000	25.000	15.000	16.000
	26		3	24.500	26.500	22.500	23.000
			5	23.500	26.500	20.500	21.000
			8	22.000	27.000	17.000	18.000
28			3	26.500	28.500	24.500	25.000
			5	25.500	28.500	22.500	23.000
			8	24.000	29.000	19.000	20.000
	30		3	28.500	30.500	26.500	27.000
			6	27.000	31.000	23.000	24.000
			10	25.000	31.000	19.000	20.000
32			3	30.500	32.500	28.500	29.000
			6	29.000	33.000	25.000	26.000
			10	27.000	33.000	21.000	22.000
	34		3	32.500	34.500	30.500	31.000
			6	31.000	35.000	27.000	28.000
			10	29.000	35.000	23.000	24.000
36			3	34.500	36.500	32.500	33.000
			6	33.000	37.000	29.000	30.000
			10	31.000	37.000	25.000	26.000
	38		3	36.500	38.500	34.500	35.000
			7	34.500	39.000	30.000	31.000
			10	33.000	39.000	27.000	28.000
40			3	38.500	40.500	36.500	37.000
			7	36.500	41.000	32.000	33.000
			10	35.000	41.000	29.000	30.000
	42		3	40.500	42.500	38.500	39.000
			7	38.500	43.000	34.000	35.000
			10	37.000	43.000	31.000	32.000

（续）

公称直径 d			螺距	中径	大径	小径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2=D_2$	D_4	d_3	D_1
			3	42.500	44.500	40.500	41.000
44			7	40.500	45.000	36.000	37.000
			12	38.000	45.000	31.000	32.000
			3	44.500	46.500	42.500	43.000
	46		8	42.000	47.000	37.000	38.000
			12	40.000	47.000	33.000	34.000
			3	46.500	48.500	44.500	45.000
48			8	44.000	49.000	39.000	40.000
			12	42.000	49.000	35.000	36.000
			3	48.500	50.500	46.500	47.000
	50		8	46.000	51.000	41.000	42.000
			12	44.000	51.000	37.000	38.000
			3	50.500	52.500	48.500	49.000
52			8	48.000	53.000	43.000	44.000
			12	46.000	53.000	39.000	40.000
			3	53.500	55.500	51.500	52.000
	55		9	50.500	56.000	45.000	46.000
			14	48.000	57.000	39.000	41.000
			3	58.500	60.500	56.500	57.000
60			9	55.500	61.000	50.000	51.000
			14	53.000	62.000	44.000	46.000
			4	63.000	65.500	60.500	61.000
	65		10	60.000	66.000	54.000	55.000
			16	57.000	67.000	47.000	49.000
			4	68.000	70.500	65.500	66.000
70			10	65.000	71.000	59.000	60.000
			16	62.000	72.000	52.000	54.000
			4	73.000	75.500	70.500	71.000
	75		10	70.000	76.000	64.000	65.000
			16	67.000	77.000	57.000	59.000
			4	78.000	80.500	75.500	76.000
80			10	75.000	81.000	69.000	70.000
			16	72.000	82.000	62.000	64.000

（续）

公称直径 d			螺距	中径	大径	小径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2=D_2$	D_4	d_3	D_1
	85		4	83.000	85.500	80.500	81.000
			12	79.000	86.000	72.000	73.000
			18	76.000	87.000	65.000	67.000
90			4	88.000	90.500	85.500	86.000
			12	84.000	91.000	77.000	78.000
			18	81.000	92.000	70.000	72.000
	95		4	93.000	95.500	90.500	91.000
			12	89.000	96.000	82.000	83.000
			18	86.000	97.000	75.000	77.000
100			4	98.000	100.500	95.500	96.000
			12	94.000	101.000	87.000	88.000
			20	90.000	102.000	78.000	80.000
		105	4	103.000	105.500	100.500	101.000
			12	99.000	106.000	92.000	93.000
			20	95.000	107.000	83.000	85.000
	110		4	108.000	110.500	105.500	106.000
			12	104.000	111.000	97.000	98.000
			20	100.000	112.000	88.000	90.000
		115	6	112.000	116.000	108.000	109.000
			14	108.000	117.000	99.000	101.000
			22	104.000	117.000	91.000	93.000
120			6	117.000	121.000	113.000	114.000
			14	113.000	122.000	104.000	106.000
			22	109.000	122.000	96.000	98.000
		125	6	122.000	126.000	118.000	119.000
			14	118.000	127.000	109.000	111.000
			22	114.000	127.000	101.000	103.000
	130		6	127.000	131.000	123.000	124.000
			14	123.000	132.000	114.000	116.000
			22	119.000	132.000	106.000	108.000
		135	6	132.000	136.000	128.000	129.000
			14	128.000	137.000	119.000	121.000
			24	123.000	137.000	109.000	111.000

（续）

公称直径 d			螺距	中径	大径	小径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2=D_2$	D_4	d_3	D_1
			6	137.000	141.000	133.000	134.000
140			14	133.000	142.000	124.000	126.000
			24	128.000	142.000	114.000	116.000
			6	142.000	146.000	138.000	139.000
		145	14	138.000	147.000	129.000	131.000
			24	133.000	147.000	119.000	121.000
			6	147.000	151.000	143.000	144.000
	150		16	142.000	152.000	132.000	134.000
			24	138.000	152.000	124.000	126.000
			6	152.000	156.000	148.000	149.000
		155	16	147.000	157.000	137.000	139.000
			24	143.000	157.000	129.000	131.000
			6	157.000	161.000	153.000	154.000
160			16	152.000	162.000	142.000	144.000
			28	146.000	162.000	130.000	132.000
			6	162.000	166.000	158.000	159.000
		165	16	157.000	167.000	147.000	149.000
			28	151.000	167.000	135.000	137.000
			6	167.000	171.000	163.000	164.000
	170		16	162.000	172.000	152.000	154.000
			28	156.000	172.000	140.000	142.000
			8	171.000	176.000	166.000	167.000
		176	16	167.000	177.000	157.000	159.000
			28	161.000	177.000	145.000	147.000
			8	176.000	181.000	171.000	172.000
180			18	171.000	182.000	160.000	162.000
			28	166.000	182.000	150.000	152.000
			8	181.000	186.000	176.000	177.000
		185	18	176.000	187.000	165.000	167.000
			32	169.000	187.000	151.000	153.000
			8	186.000	191.000	181.000	182.000
	190		18	181.000	192.000	170.000	172.000
			32	174.000	192.000	156.000	158.000

（续）

公称直径 d			螺距	中径	大径	小径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2=D_2$	D_4	d_3	D_1
			8	191.000	196.000	186.000	187.000
		195	18	186.000	197.000	175.000	177.000
			32	179.000	197.000	161.000	163.000
			8	196.000	201.000	191.000	192.000
200			18	191.000	202.000	180.000	182.000
			32	184.000	202.000	166.000	168.000
			8	206.000	211.000	201.000	202.000
	210		20	200.000	212.000	188.000	190.000
			36	192.000	212.000	172.000	174.000
			8	216.000	221.000	211.000	212.000
220			20	210.000	222.000	198.000	200.000
			36	202.000	222.000	182.000	184.000
			8	226.000	231.000	221.000	222.000
	230		20	220.000	232.000	208.000	210.000
			36	212.000	232.000	192.000	194.000
			8	236.000	241.000	231.000	232.000
240			22	229.000	242.000	216.000	218.000
			36	222.000	242.000	202.000	204.000
			12	244.000	251.000	237.000	238.00
	250		22	239.000	252.000	226.000	228.00
			40	230.000	252.000	208.000	210.000
			12	254.000	261.000	247.000	248.000
260			22	249.000	262.000	236.000	238.000
			40	240.000	262.000	218.000	220.000
			12	264.000	271.000	257.000	258.000
	270		24	258.000	272.000	244.000	246.000
			40	250.000	272.000	228.000	230.000
			12	274.000	281.000	267.000	268.000
280			24	268.000	282.000	254.000	256.000
			40	260.000	282.000	238.000	240.000
			12	284.000	291.000	277.000	278.000
	290		24	278.000	292.000	264.000	266.000
			44	268.000	292.000	244.000	246.000

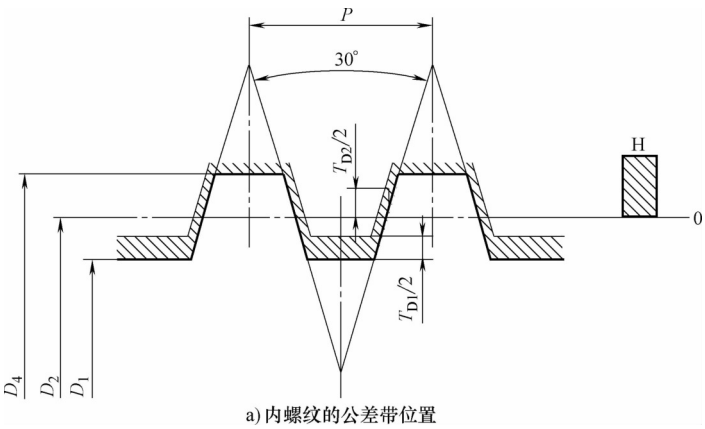
（续）

公称直径 d			螺距	中径	大径	小　径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2=D_2$	D_4	d_3	D_1
300			12	294.000	301.000	287.000	288.000
			24	288.000	302.000	274.000	276.000
			44	278.000	302.000	254.000	256.000

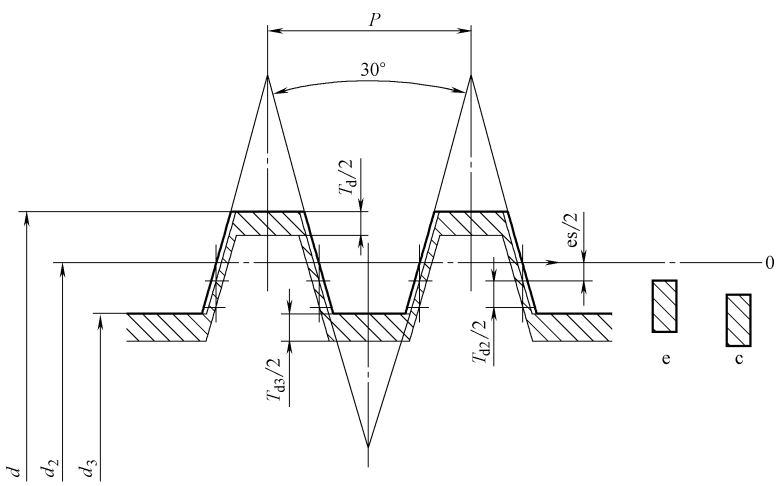
15. 梯形螺纹第 4 部分：公差（见表 1-44 ~ 表 1-54）

表 1-44　梯形螺纹第 4 部分：公差图示（摘自 GB/T 5796.4—2005）

（单位：mm）



a) 内螺纹的公差带位置



b) 外螺纹的公差带位置

（续）

螺纹标记：

完整的梯形螺纹标记应包括螺纹特征代号、尺寸代号、公差带代号和旋合长度代号

螺纹特征代号和尺寸代号的标注方法见 GB/T 5796.2—2005 的规定

梯形螺纹的公差带代号仅包含中径公差带代号，公差带代号由公差等级数字和公差带位置字母（内螺纹用大写字母；外螺纹用小写字母）组成。螺纹尺寸代号与公差带代号间用“—”号分开

标记示例：

中径公差带为7H的内螺纹：Tr40×7-7H

中径公差带为7e的外螺纹：Tr40×7-7e

中径公差带为7e的双线、左旋外螺纹：Tr40×14(P7)LH-7e

表示内、外螺纹配合时，内螺纹公差带代号在前，外螺纹公差带代号在后，中间用斜线分开

标记示例：

公差带为7H的内螺纹与公差带为7e的外螺纹组成配合：Tr40×7-7H/7e

公差带为7H的双线内螺纹与公差带为7e的双线外螺纹组成配合：Tr40×14(P7)-7H/7e

对长旋合长度组的螺纹，应在公差带代号后标注代号L。旋合长度代号与公差带间用“—”号分开

中等旋合长度组螺纹不标注旋合长度代号N

标记示例：

长旋合长度的配合螺纹：Tr40×7-7H/7e-L

中等旋合长度的外螺纹：Tr40×7-7e

表 1-45 梯形螺纹中径的基本偏差 （单位：μm）

螺距 P/mm	内螺纹 D_2	外螺纹 d_2		螺距 P/mm	内螺纹 D_2	外螺纹 d_2	
	H	c	e		H	c	e
	EI	es	es		EI	es	es
1.5	0	-140	-67	14	0	-355	-180
2	0	-150	-71	16	0	-375	-190
3	0	-170	-85	18	0	-400	-200
4	0	-190	-95	20	0	-425	-212
5	0	-212	-106	22	0	-450	-224
6	0	-236	-118	24	0	-475	-236
7	0	-250	-125	28	0	-500	-250
8	0	-265	-132	32	0	-530	-265
9	0	-280	-140	36	0	-560	-280
10	0	-300	-150	40	0	-600	-300
12	0	-335	-160	44	0	-630	-315

注：1. 按下面规定选取梯形螺纹的公差带位置：内螺纹大径 D_4、中径 D_2 和小径 D_1 的公差带位置为H，其基本偏差EI为零，见图a。

2. 外螺纹中径 d_2 的公差带位置为e和c，其基本偏差es为负值；外螺纹大径 d 和小径 d_3 的公差带位置为h，其基本偏差es为零，见图b。

3. 外螺纹大径和小径的公差带基本偏差为零，与中径公差带位置无关。

表 1-46 内螺纹小径公差 T_{D1}

（单位：μm）

螺距 P/mm	4 级公差
1.5	190
2	236
3	315
4	375
5	450
6	500
7	560
8	630
9	670
10	710
12	800
14	900
16	1000
18	1120
20	1180
22	1250
24	1320
28	1500
32	1600
36	1800
40	1900
44	2000

表 1-47 外螺纹大径公差 T_D

（单位：μm）

螺距 P/mm	4 级公差
1.5	150
2	180
3	236
4	300
5	335
6	375
7	425
8	450
9	500
10	530
12	600
14	670
16	710
18	800
20	850
22	900
24	950
28	1060
32	1120
36	1250
40	1320
44	1400

表 1-48 外螺纹小径公差 T_{D1}

（单位：μm）

基本大径 d/mm		螺距 P/mm	中径公差带位置为 c			中径公差带位置为 e		
			公差等级			公差等级		
>	≤		7	8	9	7	8	9
5.6	11.2	1.5	352	405	471	279	332	398
		2	388	445	525	309	366	446
		3	435	501	589	350	416	504
11.2	22.4	2	400	462	544	321	383	465
		3	450	520	614	365	435	529
		4	521	609	690	426	514	595
		5	562	656	775	456	550	669
		8	709	828	965	576	695	832

（续）

基本大径 d/mm		螺距 P/mm	中径公差带位置为 c			中径公差带位置为 e		
			公差等级			公差等级		
>	≤		7	8	9	7	8	9
22.4	45	3	482	564	670	397	479	585
		5	587	681	806	481	575	700
		6	655	767	899	537	649	781
		7	694	813	950	569	688	825
		8	734	859	1015	601	726	882
		10	800	925	1087	650	775	937
		12	866	998	1223	691	823	1048
45	90	3	501	589	701	416	504	616
		4	565	659	784	470	564	689
		8	765	890	1052	632	757	919
		9	811	943	1118	671	803	978
		10	831	963	1138	681	813	988
		12	929	1085	1273	754	910	1098
		14	970	1142	1355	805	967	1180
		16	1038	1213	1438	853	1028	1253
		18	1100	1288	1525	900	1088	1320
90	180	4	584	690	815	489	595	720
		6	705	830	986	587	712	868
		8	796	928	1103	663	795	970
		12	960	1122	1335	785	947	1160
		14	1018	1193	1418	843	1018	1243
		16	1075	1263	1500	890	1078	1315
		18	1150	1338	1588	950	1138	1388
		20	1175	1363	1613	962	1150	1400
		22	1232	1450	1700	1011	1224	1474
		24	1313	1538	1800	1074	1299	1561
		28	1388	1625	1900	1138	1375	1650
180	355	8	828	965	1153	695	832	1020
		12	998	1173	1398	823	998	1223
		18	1187	1400	1650	987	1200	1450
		20	1263	1488	1750	1050	1275	1537
		22	1288	1513	1775	1062	1287	1549
		24	1363	1600	1875	1124	1361	1636

（续）

基本大径 d/mm		螺距 P/mm	中径公差带位置为 c			中径公差带位置为 e		
			公差等级			公差等级		
>	≤		7	8	9	7	8	9
180	355	32	1530	1780	2092	1265	1515	1827
		36	1623	1885	2210	1343	1605	1930
		40	1663	1925	2250	1363	1625	1950
		44	1755	2030	2380	1440	1715	2065

表 1-49　内螺纹中径公差 T_{D2}　　（单位：μm）

基本大径 d/mm		螺距 P/mm	公差等级		
>	≤		7	8	9
5.6	11.2	1.5	224	280	355
		2	250	315	400
		3	280	355	450
11.2	22.4	2	265	335	425
		3	300	375	475
		4	355	450	560
		5	375	475	600
		8	475	600	750
22.4	45	3	335	425	530
		5	400	500	630
		6	450	560	710
		7	475	600	750
		8	500	630	800
		10	530	670	850
		12	560	710	900
45	90	3	355	450	560
		4	400	500	630
		8	530	670	850
		9	560	710	900
		10	560	710	900
		12	630	800	1000
		14	670	850	1060
		16	710	900	1120
		18	750	950	1180

（续）

基本大径 d/mm		螺距	公差等级		
>	≤	P/mm	7	8	9
90	180	4	425	530	670
		6	500	630	800
		8	560	710	900
		12	670	850	1060
		14	710	900	1120
		16	750	950	1180
		18	800	1000	1250
		20	800	1000	1250
		22	850	1060	1320
		24	900	1120	1400
		28	950	1180	1500
180	355	8	600	750	950
		12	710	900	1120
		18	850	1060	1320
		20	900	1120	1400
		22	900	1120	1400
		24	950	1180	1500
		32	1060	1320	1700
		36	1120	1400	1800
		40	1120	1400	1800
		44	1250	1500	1900

表 1-50 外螺纹中径公差 T_{D2} （单位：μm）

基本大径 d/mm		螺距	公差等级		
>	≤	P/mm	7	8	9
5.6	11.2	1.5	170	212	265
		2	190	236	300
		3	212	265	335
11.2	22.4	2	200	250	315
		3	224	280	355
		4	265	335	425
		5	280	355	450
		8	355	450	560

（续）

基本大径 d/mm		螺距	公差等级		
>	≤	P/mm	7	8	9
22.4	45	3	250	315	400
		5	300	375	475
		6	335	425	530
		7	355	450	560
		8	375	475	600
		10	400	500	630
		12	425	530	670
45	90	3	265	335	425
		4	300	375	475
		8	400	500	630
		9	425	530	670
		10	425	530	670
		12	475	600	750
		14	500	630	800
		16	530	670	850
		18	560	710	900
90	180	4	315	400	500
		6	375	475	600
		8	425	530	670
		12	500	630	800
		14	530	670	850
		16	560	710	900
		18	600	750	950
		20	600	750	950
		22	630	800	1000
		24	670	850	1060
		28	710	900	1120
180	355	8	450	560	710
		12	530	670	850
		18	630	800	1000
		20	670	850	1060
		22	670	850	1060
		24	710	900	1120

（续）

基本大径 d/mm		螺距 P/mm	公差等级		
>	≤		7	8	9
180	355	32	800	1000	1250
		36	850	1060	1320
		40	850	1060	1320
		44	900	1120	1400

表 1-51 螺纹旋合长度 （单位：mm）

基本大径 d		螺距 P	旋合长度		
			N		L
>	≤		>	≤	>
5.6	11.2	1.5	5	15	15
		2	6	19	19
		3	10	28	28
11.2	22.4	2	8	24	24
		3	11	32	32
		4	15	43	43
		5	18	53	53
		8	30	85	85
22.4	45	3	12	36	36
		5	21	63	63
		6	25	75	75
		7	30	85	85
		8	34	100	100
		10	42	125	125
		12	50	150	150
45	90	3	15	45	45
		4	19	56	56
		8	38	118	118
		9	43	132	132
		10	50	140	140
		12	60	170	170
		14	67	200	200
		16	75	236	236
		18	85	265	265

（续）

基本大径 d		螺距 P	旋合长度		
			N		L
>	≤		>	≤	>
90	180	4	24	71	71
		6	36	106	106
		8	45	132	132
		12	67	200	200
		14	75	236	236
		16	90	265	265
		18	100	300	300
		20	112	335	335
		22	118	355	355
		24	132	400	400
		28	150	450	450
180	355	8	50	150	150
		12	75	224	224
		18	112	335	335
		20	125	375	375
		22	140	425	425
		24	150	450	450
		32	200	600	600
		36	224	670	670
		40	250	750	750
		44	280	850	850

表 1-52　内螺纹推荐公差带

公差精度	中径公差带	
	N	L
中等	7H	8H
粗糙	8H	9H

表 1-53　外螺纹推荐公差带

公差精度	中径公差带	
	N	L
中等	7e	8e
粗糙	8c	9c

注：1. 应优先按表 1-52 和表 1-53 的规定选取螺纹公差带。

2. 根据使用场合，选择梯形螺纹的精度等级：中等用于一般用途螺纹；粗糙用于制造螺纹有困难的场合。

3. 如果不能确定螺纹旋合长度的实际值，推荐按中等旋合长度组 N 选取螺纹公差带。

表 1-54 多线螺纹的中径公差修正系数

线数	2	3	4	≥5
修正系数	1.12	1.25	1.4	1.6

注：1. 多线螺纹的顶径和底径公差与具有相同螺距单线螺纹的顶径和底径公差相等。

2. 多线螺纹的中径公差等于具有相同螺距单线螺纹的中径公差（见表 1-49 和表 1-50）乘以修正系数。修正系数见表 1-54。

计算公式

当按本章公式计算出的数值与表 1-45 ~ 表 1-51 内所规定的数值有差异时，以公差表所规定的数值为准。中径和顶径公差值及基本偏差值的计算值需圆整到 *R*40 优先数系的最临近值。

外螺纹小径公差值的计算值无需进行圆整。

基本偏差

$EI_H = 0$；

$es_h = 0$；

$es_c = -(125 + 11P)$（当 $P \leqslant 2$ mm 时）；

$es_c = -(5 + 94.12、\sqrt{P})$（当 $3 \leqslant 2P \leqslant 44$mm 时）

$ES_e = -(50 + 11P)$（当 $P \leqslant 3$mm 时）；

$es_e = -47.49\sqrt{P}$（当 $4 \leqslant P \leqslant 44$mm 时）

EI 和 es 的单位为微米（μm），P 的单位为毫米（mm）。

顶径公差

内螺纹小径的 4 级公差：$T_{D1} = 0.63(230P^{0.7})$

外螺纹大径的 4 级公差：$T_d = 0.63(180P^{2/3} - 3.15/\sqrt{P})$

T_{D1} 和 T_d 的单位为微米（μm），P 的单位为毫米（mm）。

中径公差

外螺纹中径的 6 级公差：$T_{d2}(6) = 90P^{0.4}d^{0.1}$（用于计算 7 级、8 级和 9 级的中径公差值）

外螺纹中径的 7 级公差：$T_{d2}(7) = 1.25T_{d2}(6)$

外螺纹中径的 8 级公差：$T_{d2}(8) = 1.6T_{d2}(6)$

外螺纹中径的 9 级公差：$T_{d2}(9) = 2T_{d2}(6)$

内螺纹中径的 7 级公差：$T_{D2}(7) = 1.7T_{d2}(6)$

内螺纹中径的 8 级公差：$T_{D2}(8) = 2.12T_{d2}(6)$

内螺纹中径的 9 级公差：$T_{D2}(9) = 2.65T_{d2}(6)$

公式中的 d 为表 1-50 或表 1-49 内各公称直径分段首尾两数的几何平均值。T_{d2} 和 T_{D2} 的单位为微米（μm），P 的单位为毫米（mm）。

外螺纹小径公差

$$T_{d3} = 1.25T_{d2} + |es|$$

公式中的 T_{d2} 和 T_{d3} 及外螺纹中径上偏差 es 的单位为微米(μm)。

旋合长度

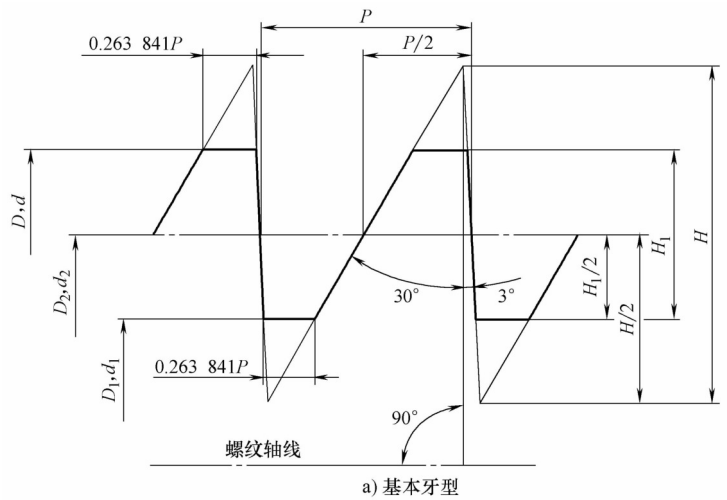
$$l_{Nmin} \approx 2024Pd^{0.2} \qquad l_{Nmax} \approx 6.7Pd^{0.2}$$

公式中的 d 为表 1-51 内各螺纹公称直径分段的下限值 IN，P 和 d 的单位为毫米(mm)。

16. 锯齿形螺纹（3°、30°）的牙型（见表 1-55）

表 1-55 锯齿形螺纹（3°、30°）的牙型（摘自 GB/T 13576.1—2008）

（单位：mm）

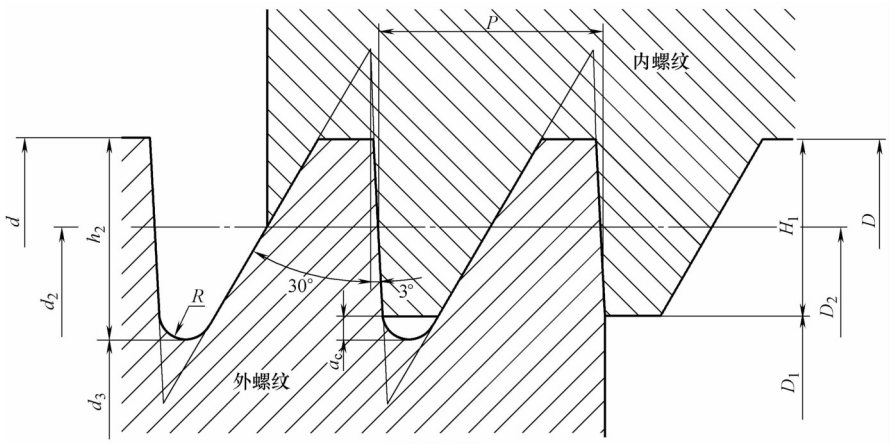


a) 基本牙型

基本牙型尺寸				
螺距 P	H 1.587911P	$H/2$ 0.793956P	H_1 0.75P	牙顶和牙底宽 0.263841P
2	3.176	1.588	1.500	0.528
3	4.764	2.382	2.250	0.792
4	6.352	3.176	3.000	1.055
5	7.940	3.970	3.750	1.319
6	9.527	4.764	4.500	1.583
7	11.115	5.558	5.250	1.847
8	12.703	6.352	6.000	2.111
9	14.291	7.146	6.750	2.375
10	15.879	7.940	7.500	2.638

（续）

螺距 P	H 1.587911P	$H/2$ 0.793956P	H_1 0.75P	牙顶和牙底宽 0.263841P
12	19.055	9.527	9.000	3.166
14	22.231	11.115	10.500	3.694
16	25.407	12.703	12.000	4.221
18	28.582	14.291	13.500	4.749
20	31.758	15.879	15.000	5.277
22	34.934	17.467	16.500	5.805
24	38.110	19.055	18.000	6.332
28	44.462	22.231	21.000	7.388
32	50.813	25.407	24.000	8.443
36	57.165	28.582	27.000	9.498
40	63.516	31.758	30.000	10.554
44	69.868	34.934	33.000	11.609



b) 设计牙型

设计牙型尺寸			
螺距 P	a_c 0.117767P	h_3 0.867767P	R 0.124271P
2	0.236	1.736	0.249
3	0.353	2.603	0.373
4	0.471	3.471	0.497
5	0.589	4.339	0.621
6	0.707	5.207	0.746
7	0.824	6.074	0.870

（续）

螺　距 P	a_c 0.117767P	h_3 0.867767P	R 0.124271P
8	0.942	6.942	0.994
9	1.060	7.810	1.118
10	1.178	8.678	1.243
12	1.413	10.413	1.491
14	1.649	12.149	1.740
16	1.884	13.884	1.988
18	2.120	15.620	2.237
20	2.355	17.355	2.485
22	2.591	19.091	2.734
24	2.826	20.826	2.983
28	3.297	24.297	3.480
32	3.769	27.769	3.977
36	4.240	31.240	4.474
40	4.711	34.711	4.971
44	5.182	38.182	5.468

17. 锯齿形螺纹（3°、30°）的直径与螺距的标准组合系列（见表 1-56）

表 1-56　锯齿形螺纹（3°、30°）的直径与螺距的标准组合系列

（摘自 GB/T 13576.2—2008）　　（单位：mm）

公称直径			螺　距																				
第一系列	第二系列	第三系列	44	40	36	32	28	24	22	20	18	16	14	12	10	9	8	7	6	5	4	3	2
10																							2
12																						3	2
	14																					3	2
16																					4		2
	18																				4		2
20																					4		2
	22																8			5		3	
24																	8			5		3	
	26																8			5		3	
28																	8			5		3	
	30														10				6			3	
32															10				6			3	

（续）

公称直径			螺距																				
第一系列	第二系列	第三系列	44	40	36	32	28	24	22	20	18	16	14	12	10	9	8	7	6	5	4	3	2
	34														10				6			3	
36															10				6			3	
	38														10			7				3	
40															10			7				3	
	42														10			7				3	
44														12				7				3	
	46													12			8					3	
48														12			8					3	
	50													12			8					3	
52														12			8					3	
	55												14			9						3	
60													14			9						3	
	65											16			10						4		
70												16			10						4		
	75											16			10						4		
80												16			10						4		
	85										18			12							4		
90											18			12							4		
	95										18			12							4		
100										20				12							4		
		105								20				12							4		
	110									20				12							4		
		115							22				14						6				
120									22				14						6				
		125							22				14						6				
	130								22				14						6				
		135						24					14						6				
140								24					14						6				
		145						24					14						6				
	150							24				16							6				
		155						24				16							6				
160							28					16							6				
		165					28					16							6				

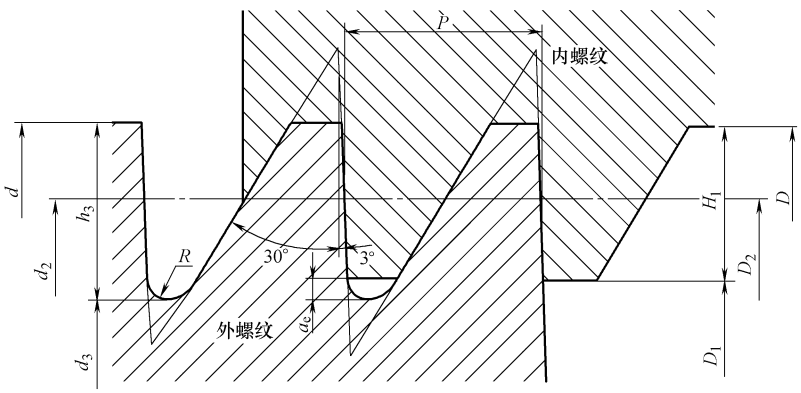
（续）

公称直径			螺距																				
第一系列	第二系列	第三系列	44	40	36	32	28	24	22	20	18	16	14	12	10	9	8	7	6	5	4	3	2
	170						28					16							6				
		175					28					16					8						
180							28				18						8						
		185				32					18						8						
	190					32					18						8						
		195				32					18						8						
200						32					18						8						
	210				36					20							8						
220					36					20							8						
	230				36					20							8						
240					36				22								8						
	250			40					22					12									
260				40					22					12									
	270			40				24						12									
280				40				24						12									
	290		44					24						12									
300			44					24						12									
	320		44											12									
340			44											12									
	360													12									
380														12									
	400													12									
420											18												
	440										18												
460											18												
	480										18												
500											18												
	520							24															
540								24															
	560							24															
580								24															
	600							24															
620								24															
	640							24															

18. 锯齿形螺纹（3°、30°）的基本尺寸（见表1-57）

表1-57 锯齿形螺纹（3°、30°）的基本尺寸（摘自 GB/T 13576.3—2008）

（单位：mm）



公称直径 d			螺距	中径	小径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2=D_2$	d_3	D_1
10			2	8.500	6.529	7.000
12			2	10.500	8.529	9.000
			3	9.750	6.793	7.500
	14		2	12.500	10.529	11.000
			3	11.750	8.793	9.500
16			2	14.500	12.529	13.000
			4	13.500	9.058	10.000
	18		2	16.500	14.529	15.000
			4	15.000	11.058	12.000
20			2	18.500	16.529	17.000
			4	17.000	13.058	14.000
	22		3	19.750	16.793	17.500
			5	18.250	13.322	14.500
			8	16.000	8.116	10.000
24			3	21.750	18.793	19.500
			5	20.250	15.322	16.500
			8	18.000	10.116	12.000
	26		3	23.750	20.793	21.500
			5	22.250	17.322	18.500
			8	20.000	12.116	14.000

（续）

公称直径 d			螺距	中径	小　径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2=D_2$	d_3	D_1
			3	25.750	22.793	23.500
28			5	24.250	19.322	20.506
			8	22.000	14.116	16.000
			3	27.750	24.793	25.500
	30		6	25.500	19.587	21.000
			10	22.500	12.645	15.000
			3	29.750	26.793	27.500
32			6	27.500	21.587	23.000
			10	24.500	14.645	17.000
			3	31.750	28.793	29.500
	34		6	29.500	23.587	25.000
			10	26.500	16.645	19.000
			3	33.750	30.793	31.500
36			6	31.500	25.587	27.000
			10	28.500	18.645	21.000
			3	35.750	32.793	33.500
	38		7	32.750	25.851	27.500
			10	30.500	20.645	23.000
			3	37.750	34.793	35.500
40			7	34.750	27.851	29.500
			10	32.500	22.645	25.000
			3	39.750	36.793	37.500
	42		7	36.750	29.851	31.500
			10	34.500	24.645	27.000
			3	41.750	38.793	39.500
44			7	38.750	31.851	33.500
			12	35.000	23.174	26.000
			3	43.750	40.793	41.500
	46		8	40.000	32.116	34.000
			12	37.000	25.174	28.000
			3	45.750	42.793	43.600
48			8	42.000	34.116	36.000
			12	39.000	27.174	30.000
			3	47.750	41.793	45.500
	50		8	44.000	36.116	38.000
			12	41.000	29.174	32.000

（续）

公称直径 d			螺距	中径	小径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2=D_2$	d_3	D_1
			3	49.750	46.793	47.500
52			8	46.000	38.116	40.000
			12	43.000	31.174	34.000
			3	52.750	49.793	50.500
	55		9	48.250	39.380	41.500
			14	44.500	30.703	34.000
			3	57.750	54.793	55.500
60			9	53.250	44.380	46.500
			14	49.500	35.703	39.000
			4	62.000	58.058	59.000
	65		10	57.500	47.645	50.000
			16	53.000	37.231	41.000
			4	67.000	63.058	64.000
70			10	62.500	52.645	55.000
			16	58.000	42.231	46.000
			4	72.000	68.058	69.000
	75		10	67.5000	57.645	60.000
			16	63.000	47.231	51.000
			4	77.000	73.058	74.000
80			10	72.500	62.645	65.000
			16	68.000	52.231	56.000
			4	82.000	78.058	79.000
	85		12	76.000	64.174	67.000
			18	71.500	53.760	58.000
			4	87.000	83.058	84.000
90			12	81.000	69.174	72.000
			18	76.500	58.760	63.000
			4	92.000	88.058	89.000
	95		12	86.000	74.174	77.000
			18	81.500	63.760	68.000
			4	97.000	93.058	94.000
100			12	91.000	79.174	82.000
			20	85.000	65.289	70.000
			4	102.000	98.058	99.000
		105	12	96.000	84.174	87.000
			20	90.000	70.289	75.000

（续）

公称直径 d			螺距	中径	小　径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2=D_2$	d_3	D_1
			4	107.000	103.058	104.000
	110		12	101.000	89.174	92.000
			20	95.000	75.289	80.000
			6	110.500	104.587	106.000
		115	14	104.500	90.703	94.000
			22	98.500	76.818	82.000
			6	115.500	109.587	111.000
120			14	109.500	95.703	99.000
			22	103.500	81.818	87.000
			6	120.500	114.587	116.000
		125	14	114.500	100.703	104.000
			22	108.500	86.818	92.000
			6	125.500	119.587	121.000
	130		14	119.500	105.703	109.000
			22	113.500	91.818	97.000
			6	130.500	124.587	126.000
		135	14	124.500	110.703	114.000
			24	117.000	93.347	99.000
			6	135.500	129.587	131.000
140			14	129.500	115.703	119.000
			24	122.000	98.347	104.000
			6	140.500	134.587	136.000
		145	14	134.500	120.703	124.000
			24	127.000	103.347	109.000
			6	145.500	139.587	141.000
	150		16	138.000	122.231	126.000
			24	132.000	108.347	114.000
			6	150.500	144.587	146.000
		156	16	143.000	127.231	131.000
			24	137.000	113.347	119.000
			6	155.500	149.587	151.000
160			16	148.000	132.231	136.000
			28	139.000	111.405	118.000
			6	160.500	154.587	156.000
		165	16	153.000	137.231	141.000
			28	144.000	116.405	123.000

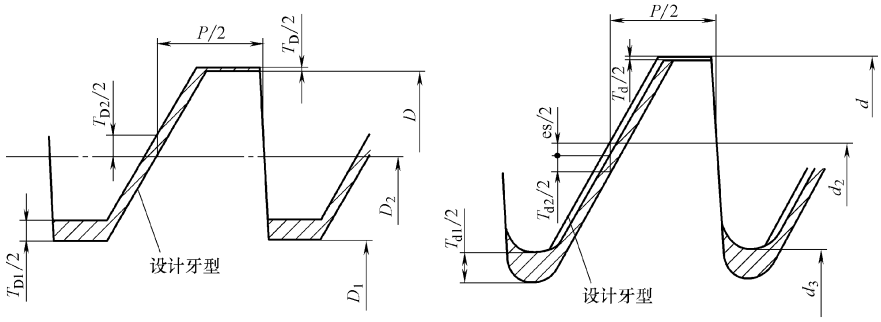
（续）

公称直径 d			螺距	中径	小径	
第一系列	第二系列	第三系列	P	$d_2=D_2$	d_3	D_1
	170		6	165.500	159.587	161.000
			16	158.000	142.231	146.000
			28	149.000	121.405	128.000
		175	8	169.000	161.116	163.000
			16	163.000	147.231	151.000
			28	154.000	126.405	133.000
180			8	174.000	166.116	168.000
			18	166.500	148.760	153.000
			28	159.000	131.405	138.000
		185	8	179.000	171.116	173.000
			18	171.500	153.760	158.000
			32	161.000	129.463	137.000
	190		8	184.000	176.116	178.000
			18	176.500	158.760	163.000
			32	166.000	134.463	142.000
		195	8	189.000	181.116	183.000
			18	181.500	163.760	168.000
			32	171.000	139.463	147.000
200			8	194.000	186.116	188.000
			18	186.500	168.760	173.000
			32	176.000	144.463	152.000
	210		8	204.000	196.116	198.000
			20	195.000	175.289	180.000
			36	183.000	147.521	156.000
220			8	214.000	206.116	208.000
			20	205.000	185.289	190.000
			36	193.000	157.521	166.000
	230		8	224.000	216.116	218.000
			20	215.000	195.289	200.000
			36	203.000	167.521	176.000
240			8	234.000	226.116	228.000
			22	223.500	201.818	207.000
			36	213.000	177.521	186.000
	250		12	241.000	229.174	232.000
			22	233.500	211.818	217.000
			40	220.000	180.579	190.000

19. 锯齿形螺纹（3°、30°）的公差（见表 1-58 ~ 表 1-67）

表 1-58　锯齿形螺纹（3°、30°）的公差图示及基本偏差（摘自 GB/T 13576.4—2008）

（单位：mm）



a) 内螺纹的公差带位置　　b) 外螺纹的公差带位置

锯齿形螺纹中径的基本偏差　（单位：μm）

螺距 P/mm	内螺纹 D_2	外螺纹 d_2	
	H	e	e
	EI	es	es
2	0	-150	-71
3	0	-170	-85
4	0	-190	-95
5	0	-212	-106
6	0	-236	-118
7	0	-250	-125
8	0	-265	-132
9	0	-280	-140
10	0	-300	-150
12	0	-335	-160
14	0	-355	-180
16	0	-375	-190
18	0	-400	-200
20	0	-425	-212
22	0	-450	-224
24	0	-475	-236
28	0	-500	-250
32	0	-530	-265
36	0	-560	-280
40	0	-600	-300
44	0	-630	-315

注：1. 按下面规定选取锯齿形螺纹中径和小径的公差等级。其中外螺纹的小径 d_3 与其中径 d_2 应选取相同的公差等级。

2. 内螺纹中径 D_2、外螺纹中径 d_2、外螺纹小径 d_3 取公差等级为 7 级、8 级、9 级；内螺纹小径 D_1 取 4 级。

表 1-59 内螺纹小径公差（T_{D_1}） （单位：μm）

螺距 P/mm	4 级公差	螺距 P/mm	4 级公差
2	236	18	1120
3	315	20	1180
4	375	22	1250
5	450	24	1320
6	500	28	1500
7	560	32	1600
8	630	36	1800
9	670	40	1900
10	710	44	2000
12	800		
14	900		
16	1000		

表 1-60 内、外螺纹大径公差 （单位：μm）

公称直径 d/mm		内螺纹大径公差 T_D	外螺纹大径公差 T_d
>	≤	H10	h9
6	10	58	36
10	18	70	43
18	30	84	52
30	50	100	62
50	80	120	74
80	120	140	87
120	180	160	100
180	250	185	115
250	315	210	130
315	400	230	140
400	500	250	155
500	630	280	175
630	800	320	200

表 1-61　外螺纹小径公差（T_{d_3}）　　（单位：μm）

基本大径 d/mm		螺距 P/mm	中径公差带位置为 c			中径公差带位置为 e		
			公差等级			公差等级		
>	≤		7	8	9	7	8	9
5.6	11.2	2	388	445	525	309	366	446
		3	435	501	589	350	416	504
11.2	22.4	2	400	462	544	321	383	465
		3	450	520	614	365	435	529
		4	521	609	690	426	514	595
		5	562	656	775	456	550	669
		8	709	828	965	576	695	832
22.4	45	3	482	564	670	397	479	585
		5	587	681	806	481	575	700
		6	655	767	899	537	649	781
		7	694	813	950	569	688	825
		8	734	859	1015	601	726	882
		10	800	925	1087	650	775	937
		12	866	998	1223	691	823	1048
45	90	3	501	589	701	416	504	616
		4	565	659	784	470	564	689
		8	765	890	1052	632	757	919
		9	811	943	1118	671	803	978
		10	831	963	1138	681	813	988
		12	929	1085	1273	754	910	1098
		14	970	1142	1355	805	967	1180
		16	1038	1213	1438	853	1028	1253
		18	1100	1288	1525	900	1088	1320
90	180	4	584	690	815	489	595	720
		6	705	830	986	587	712	868
		8	796	928	1103	663	795	970
		12	960	1122	1335	785	947	1160
		14	1018	1193	1418	843	1018	1243
		16	1075	1263	1500	890	1078	1315
		18	1150	1338	1588	950	1138	1388
		20	1175	1363	1613	962	1150	1400
		22	1232	1450	1700	1011	1224	1474
		24	1313	1538	1800	1074	1299	1561
		28	1388	1625	1900	1138	1375	1650

（续）

基本大径 d/mm		螺距 P/mm	中径公差带位置为 c			中径公差带位置为 e		
			公差等级			公差等级		
>	≤		7	8	9	7	8	9
180	355	8	828	965	1153	695	832	1020
		12	998	1173	1398	823	998	1223
		18	1187	1400	1650	987	1200	1450
		20	1263	1488	1750	1050	1275	1537
		22	1288	1513	1775	1062	1287	1549
		24	1363	1600	1875	1124	1361	1636
		32	1530	1780	2092	1265	1515	1827
		36	1623	1885	2210	1343	1605	1930
		40	1663	1925	2250	1363	1625	1950
		44	1755	2030	2380	1440	1715	2065
355	640	12	1035	1223	1460	870	1058	1295
		18	1238	1462	1725	1038	1263	1525
		24	1363	1600	1875	1124	1361	1636
		44	1818	2155	2530	1503	1840	2215

表 1-62 内螺纹中径公差（T_{D_2}） （单位：μm）

基本大径 d/mm		螺距 P/mm	公差等级		
>	≤		7	8	9
5.6	11.2	2	250	315	400
		3	280	355	450
11.2	22.4	2	265	335	425
		3	300	375	475
		4	355	450	560
		5	375	475	600
		8	475	600	750
22.4	45	3	335	425	530
		5	400	500	630
		6	450	560	710
		7	475	600	750
		8	500	630	800
		10	530	670	850
		12	560	710	900

（续）

基本大径 d/mm		螺距	公差等级		
>	≤	P/mm	7	8	9
45	90	3	355	450	560
		4	400	500	630
		8	530	670	850
		9	560	710	900
		10	560	710	900
		12	630	800	1000
		14	670	850	1060
		16	710	900	1120
		18	750	950	1180
90	180	4	425	530	670
		6	500	630	800
		8	560	710	900
		12	670	850	1060
		14	710	900	1120
		16	750	950	1180
		18	800	1000	1250
		20	800	1000	1250
		22	850	1060	1320
		24	900	1120	1400
		28	950	1180	1500
180	355	8	600	750	950
		12	710	900	1120
		18	850	1060	1320
		20	900	1120	1400
		22	900	1120	1400
		24	950	1180	1500
		32	1060	1320	1700
		36	1120	1400	1800
		40	1120	1400	1800
		44	1250	1500	1900
355	640	12	760	950	1200
		18	900	1120	1400
		24	950	1180	1480
		44	1290	1610	2000

表 1-63 外螺纹中径公差（T_{d_2}） （单位：μm）

基本大径 d/mm		螺距	公差等级		
>	≤	P/mm	7	8	9
5.6	11.2	2	190	236	300
		3	212	265	335
11.2	22.4	2	200	250	315
		3	224	280	355
		4	265	335	425
		5	280	355	450
		8	355	450	560
22.4	45	3	250	315	400
		5	300	375	475
		6	335	425	530
		7	355	450	560
		8	375	475	600
		10	400	500	630
		12	425	530	670
45	90	3	265	335	425
		4	300	375	475
		8	400	500	630
		9	425	530	670
		10	425	530	670
		12	475	600	750
		14	500	630	800
		16	530	670	850
		18	560	710	900
90	180	4	315	400	500
		6	375	475	600
		8	425	530	670
		12	500	630	800
		14	530	670	850
		16	560	710	900
		18	600	750	950
		20	600	750	950
		22	630	800	1000
		24	670	850	1060
		28	710	900	1120

（续）

基本大径 d/mm		螺距 P/mm	公差等级		
>	≤		7	8	9
180	355	8	450	560	710
		12	530	670	850
		18	630	800	1000
		20	670	850	1060
		22	670	850	1060
		24	710	900	1120
		32	800	1000	1250
		36	850	1060	1320
		40	850	1060	1320
		44	900	1120	1400
355	640	12	560	710	900
		18	670	850	1060
		24	710	900	1120
		44	950	1220	1520

表 1-64　螺纹旋合长度　　（单位：μm）

基本大径 d/mm		螺距 P/mm	旋合长度		
			N		L
>	≤		>	≤	>
5.6	11.2	2	6	19	19
		3	10	28	28
11.2	22.4	2	8	24	24
		3	11	32	32
		4	15	43	43
		5	18	53	53
		8	30	85	85
22.4	45	3	12	36	36
		5	21	63	63
		6	25	75	75
		7	30	85	85
		8	34	100	100
		10	42	125	125
		12	50	150	150

（续）

基本大径 d/mm		螺距 P/mm	旋合长度		
			N		L
>	≤		>	≤	>
45	90	3	15	45	45
		4	19	56	56
		8	38	118	118
		9	43	132	132
		10	50	140	140
		12	60	170	170
		14	67	200	200
		16	75	236	236
		18	85	265	265
90	180	4	24	71	71
		6	36	106	106
		8	45	132	132
		12	67	200	200
		14	75	236	236
		16	90	265	265
		18	100	300	300
		20	112	335	335
		22	118	355	355
		24	132	400	400
		28	150	450	450
180	355	8	50	150	150
		12	75	224	224
		18	112	335	335
		20	125	375	375
		22	140	425	425
		24	150	450	450
		32	200	600	600
		36	224	670	670
		40	250	750	750
		44	280	850	850
355	640	12	87	260	260
		18	132	390	390
		24	174	520	520
		44	319	950	950

注：锯齿形螺纹旋合长度分为中等旋合长度组 N 和长旋合长度 L，各组的长度范围见本表。

表 1-65　内螺纹推荐公差带

精度等级	中径公差带	
	N	L
中等	7H	8H
粗糙	8H	9H

表 1-66　外螺纹推荐公差带

精度等级	中径公差带	
	N	L
中等	7e	8e
粗糙	8c	9c

注：1. 应优先按表 1-64 和表 1-65 的规定选取螺纹公差带。

2. 根据使用场合，选择锯齿形螺纹的精度等级：中等用于一般用途的螺纹；粗糙用于制造螺纹有困难的场合。如果不能确定螺纹旋合长度的实际值，推荐按中等旋合长度组 N 选取螺纹公差带。

表 1-67　多线螺纹的中径公差修正系数

线数	2	3	4	≥5
修正系数	1.12	1.25	1.4	1.6

注：1. 多线螺纹的顶径和底径公差与具有相同螺距单线螺纹的顶径和底径公差相等。

2. 多线螺纹的中径公差等于具有相同螺距单线螺纹的中径公差（见表 1-62 和表 1-63）乘以修正系数。

标记示例：

中径公差带为 7H 的内螺纹：B40×7-7H；

中径公差带为 7e 的外螺纹：B40×7-7e；

中径公差带为 7e 的双线、左旋外螺纹：B40×14（P7）LH-7e。

表示内、外螺纹配合时，内螺纹公差带代号在前，外螺纹公差带代号在后，中间用“/”号分开。

标记示例：

公差带为 7H 的内螺纹与公差带为 7e 的外螺纹组成配合：B40×7-7H/7e；

公差带为 7H 的双线内螺纹与公差带为 7e 的双线外螺纹组成配合：B40×14（P7）-7H/7e。

对长旋合长度组的螺纹，应在公差带代号后标注代号“L”。旋合长度代号与公差带间用“-”号分开。中等旋合长度组螺纹不标注旋合长度代号“N”。

标记示例：

长旋合长度的配合螺纹：B40×7-7H/7e-L；

中等旋合长度的外螺纹：B40×7-7e。

计算公式

当按本章公式计算出的数值与表 1-58～表 1-63 内所规定数值有差异时，以公

差表所规定的数值为准。

中径和顶径公差值及基本偏差值的计算值需圆整到 *R*40 优先数系的最临近值。

外螺纹小径公差值的计算值无需进行圆整。

1. 基本偏差

$EI_H = 0$；

$es_h = 0$；

$es_c = -(125 + 11P)$（当 $P \leqslant 2$mm 时）；

$es_e = -(5 + 94.12\sqrt{P})$（当 3mm$\leqslant P \leqslant$44mm 时）；

$es_e = -(50 + 11P)$（当 $P \leqslant 3$mm 时）；

$es_e = -47.49\sqrt{P}$（当 4mm$\leqslant P \leqslant$44mm 时）。

EI 和 es 的单位为微米（μm），P 的单位为毫米（mm）。

2. 顶径公差

内螺纹小径的 4 级公差：$T_{D_1} = 0.63 \times 230P^{0.7}$

T_{D_1}的单位为微米（μm），P 的单位为毫米（mm）。

3. 中径公差

外螺纹中径的 6 级公差：$T_{d_2}(6) = 90P^{0.4}d^{0.1}$（用于计算 7 级、8 级和 9 级的中径公差值）；

外螺纹中径的 7 级公差：$T_{d_2}(7) = 1.25T_{d_2}(6)$；

外螺纹中径的 8 级公差：$T_{d_2}(8) = 1.6T_{d_2}(6)$；

外螺纹中径的 9 级公差：$T_{d_2}(9) = 2T_{d_2}(6)$；

内螺纹中径的 7 级公差：$T_{D_2}(7) = 1.7T_{d_2}(6)$；

内螺纹中径的 8 级公差：$T_{D_2}(8) = 2.12T_{d_2}(6)$；

内螺纹中径的 9 级公差：$T_{D_2}(9) = 2.65T_{d_2}(6)$。

公式中的 d 为表 1-62 或表 1-61 内各公称直径分段首尾两数的几何平均值。T_{d_2}和 T_{D_2}的单位为微米（μm），P 和 d 的单位为毫米（mm）。

4. 外螺纹小径公差

$T_{d_3} = 1.25T_{d_2} + |es|$

T_{d_2}和 T_{d_2}及外螺纹中径上偏差 es 的单位为微米（μm）。

旋合长度

$l_{Nmin} = 2.24Pd^{0.2}$；

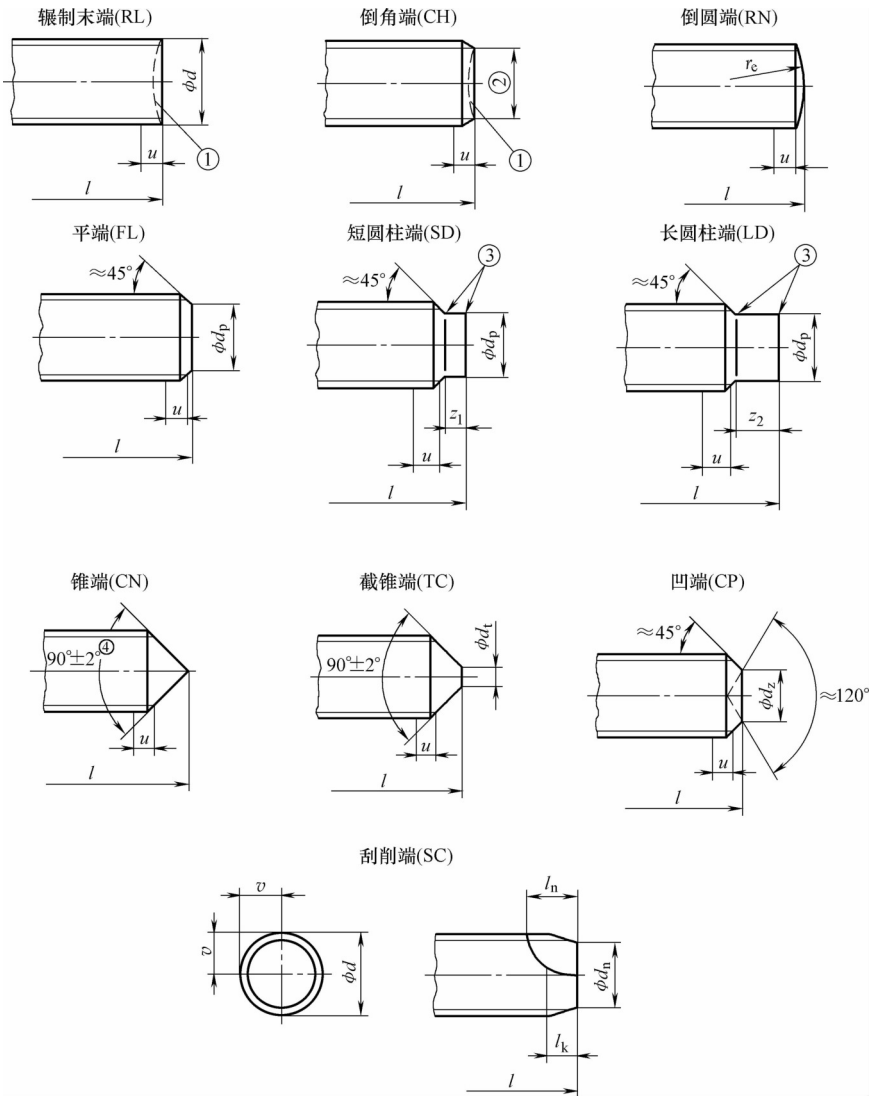
$l_{Nmax} = 6.7Pd^{0.2}$。

公式中的 d 为表 1-63 内各螺纹公称直径分段的下限值。l_N、P 和 d 的单位为毫米（mm）。

1. 2. 2　螺纹零件的结构要素

1. 外螺纹的末端（见表 1-68）

表 1-68　外螺纹的末端（公称长度以内的末端型式）（摘自 GB/T 2—2001）



（续）

注：1. $r_e \approx 1.4d$；$v = 0.5d \pm 0.5\text{mm}$；$d_n = d - 1.6P$；$l_n \leqslant 5P$；$l_k \leqslant 3P$；$l_n - l_k \geqslant 2P$；$P$—螺距。

2. l 为紧固件的公称长度。

3. 不完整螺纹的长度 $u \leqslant 2P$。

4. 对 FL、SD、LD 和 CP 型末端，45°仅指螺纹小径以下的末端部分。

① 端面可以是凹面。

② 小于等于螺纹小径。

③ 倒圆。

④ 对短螺钉为 120° ±2°，并按产品标准的规定，如 GB/T 78—2007。

螺纹直径 d①	d_p h14②	d_t③ h16	d_z h14	z_1 +IT14④ 0	z_2 +IT14④ 0
1.6	0.8	—	0.8	0.4	0.8
1.8	0.9	—	0.9	0.45	0.9
2	1	—	1	0.5	1
2.2	1.2	—	1.1	0.55	1.1
2.5	1.5	—	1.2	0.63	1.25
3	2	—	1.4	0.75	1.5
3.5	2.2	—	1.7	0.88	1.75
4	2.5	—	2	1	2
4.5	3	—	2.2	1.12	2.25
5	3.5	—	2.5	1.25	2.5
6	4	1.5	3	1.5	3
7	5	2	4	1.75	3.5
8	5.5	2	5	2	4
10	7	2.5	6	2.5	5
12	8.5	3	8	3	6
14	10	4	8.5	3.5	7
16	12	4	10	4	8
18	13	5	11	4.5	9
20	15	5	14	5	10
22	17	6	15	5.5	11
24	18	6	16	6	12
27	21	8	—	6.7	13.5
30	23	8	—	7.5	15
33	26	10	—	8.2	16.5
36	28	10	—	9	18
39	30	12	—	9.7	19.5
42	32	12	—	10.5	21
45	35	14	—	11.2	22.5
48	38	14	—	12	24
52	42	16	—	13	26

注：1. 对 d < M1.6 的规格，末端的尺寸和公差应经协议。

2. 公称尺寸≤1mm 时，公差按 h13。

3. 对 $d \leqslant$ M5 的规格，截面锥端上没有平面（d_t）部分，其端部可以倒圆。

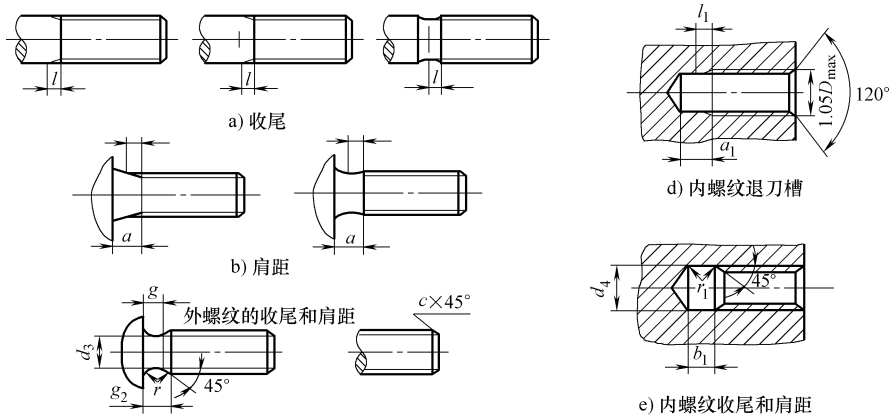
4. 公称尺寸≤1mm 时，公差按 $^{+\text{IT13}}_{0}$。

5. 本表为公称长度以内的末端型式及尺寸，公称长度以外的末端型式及尺寸详见 GB/T 2—2001。

2. 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角（见表 1-69）

表 1-69　普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角（GB/T 3—1997）

（单位：mm）



外螺纹的收尾、肩距和退刀槽

螺距 P	收尾 l(max)		肩距 a(max)			退刀槽			
	一般	短的	一般	长的	短的	g_1(min)	g_2(max)	d_3	$r\approx$
0.25	0.6	0.3	0.75	1	0.5	0.4	0.75	d-0.4	0.12
0.3	0.75	0.4	0.9	1.2	0.6	0.5	0.9	d-0.5	0.16
0.35	0.9	0.45	1.05	1.4	0.7	0.6	1.05	d-0.6	0.16
0.4	1	0.5	1.2	1.6	0.8	0.6	1.2	d-0.7	0.2
0.45	1.1	0.6	1.35	1.8	0.9	0.7	1.35	d-0.7	0.2
0.5	1.25	0.7	1.5	2	1	0.8	1.5	d-0.8	0.2
0.6	1.5	0.75	1.8	2.4	1.2	0.9	1.8	d-1	0.4
0.7	1.75	0.9	2.1	2.8	1.4	1.1	2.1	d-1.1	0.4
0.75	1.9	1	2.25	3	1.5	1.2	2.25	d-1.2	0.4
0.8	2	1	2.4	3.2	1.6	1.3	2.4	d-1.3	0.4
1	2.5	1.25	3	4	2	1.6	3	d-1.6	0.6
1.25	3.2	1.6	4	5	2.5	2	3.75	d-2	0.6
1.5	3.8	1.9	4.5	6	3	2.5	4.5	d-2.3	0.8
1.75	4.3	2.2	5.3	7	3.5	3	5.25	d-2.6	1

（续）

外螺纹的收尾、肩距和退刀槽

螺距 P	收尾 l(max)		肩距 a(max)			退刀槽			
	一般	短的	一般	长的	短的	g_1(min)	g_2(max)	d_3	$r\approx$
2	5	2.5	6	8	4	3.4	6	d-3	1
2.5	6.3	3.2	7.5	10	5	4.4	7.5	d-3.6	1.2
3	7.5	3.8	9	12	6	5.2	9	d-4.4	1.6
3.5	9	4.5	10.5	14	7	6.2	10.5	d-5	1.6
4	10	5	12	16	8	7	12	d-5.7	2
4.5	11	5.5	13.5	18	9	8	13.5	d-6.4	2.5
5	12.5	6.3	15	20	10	9	15	d-7	2.5
5.5	14	7	16.5	22	11	11	17.5	d-7.7	3.2
6	15	7.5	18	24	12	11	18	d-8.3	3.2
参考值	$\approx 2.5P$	$\approx 1.25P$	$\approx 3P$	$=4P$	$=2P$	—	$\approx 3P$	—	—

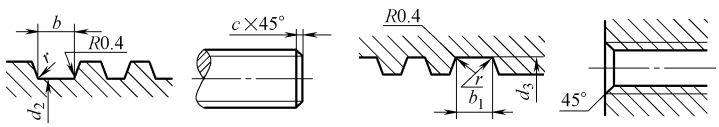
注：1. 应优先选用“一般”长度的收尾和肩距；“短”收尾和“短”肩距仅用于结构受限制的螺纹件上；产品等级为B级或C级的螺纹 紧固件可采用“长”肩距。

2. d 为螺纹公称直径（大径）代号。

3. d_3 公差为：h13（$d>3$mm）、h12（$d\leqslant 3$mm）。

3. 单头梯形外螺纹与内螺纹（见表1-70）

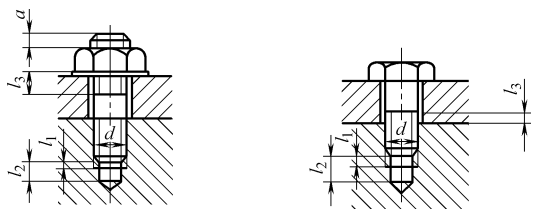
表1-70 单头梯形外螺纹与内螺纹



P	$b=b_1$	d_2	d_3	$r=r_1$	$c=c_1$	P	$b=b_1$	d_2	d_3	$r=r_1$	$c=c_1$
2	2.5	$d-3$	$d+1$	1	1.5	10	12.5	$d-12$	$d+2$	3	5.5
3	4	$d-4$			2	12	15	$d-14$			6.5
4	5	$d-5.1$	$d+1.1$	1.5	2.5	16	20	$d-19.2$	$d+3.2$	4	9
5	6.5	$d-6.6$	$d+1.6$		3	20	24	$d-23.5$	$d+3.5$	5	11
6	7.5	$d-7.8$	$d+1.8$	2	3.5	24	30	$d-27.5$	$d+3.5$	5	13
8	10	$d-9.8$		2.5	4.5	32	40	$d-36$	$d+4$	5.5	17

4. 普通螺纹内、外螺纹余留长度、螺栓突出螺母末端长度及沉孔尺寸（见表1-71、表1-72）

表 1-71　普通螺纹内、外螺纹余留长度、钻孔余留深度、螺栓突出螺母末端长度（JB/ZQ 4247—2007）



螺距	螺纹直径		余留长度			末端长度
	粗牙	细牙	内螺纹	钻孔	外螺纹	
P	d		l_1	l_2	l_3	a
0.5	3	5	1	4	2	1～2
0.7	4	—	1.5	5	2.5	2～3
0.75	—	6		6		
0.8	5					
1	6	8,10,14,16,18	2	7	3.5	2.5～4
1.25	8	12	2.5	9	4	
1.5	10	14,16,18,20,22,24,27,30,33	3	10	4.5	3.5～5
1.75	12	—	3.5	13	5.5	
2	14,16	24,27,30,33,36,39,45,48,52	4	14	6	4.5～6.5
2.5	18,20,22		5	17	7	
3	24,27	36,39,42,45,48,56,60,64,72,76	6	20	8	5.5～8
3.5	30	—	7	23	10	
4	36	56,60,64,68,72,76	8	26	11	7～11
4.5	42	—	9	30	12	
5	48	—	10	33	13	10～15
5.5	56	—	11	36	16	
6	64,72,76	—	12	40	18	

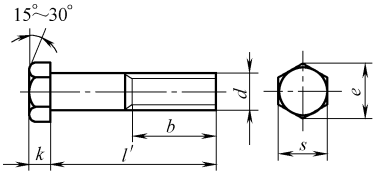
表 1-72 紧固件通孔及螺栓、螺钉通孔及沉孔尺寸

	沉头用沉孔 (GB/T 152.2—1988)			圆柱头用沉孔 (GB/T 152.3—1988)				六角头螺栓和六角头螺母用沉孔 (GB/T 152.4—1988)			
d	d_2	$t\approx$	d_1	d_2	t	d_3	d_1	d_2	d_3	d_1	t
M3	6.4	1.6	3.4	6.0	3.4		3.4	9		3.4	只要能制出与通孔轴线垂直的圆平面即可
M4	9.6	2.7	4.5	8.0	4.6		4.5	10		4.5	
M5	10.6	2.7	5.5	10.0	5.7	—	5.5	11	—	5.5	
M6	12.8	3.3	6.6	11.0	6.8		6.6	13		6.6	
M8	17.6	4.6	9	15.0	9.0		9.0	18		9.0	
M10	20.3	5.0	11	18.0	11.0		11.0	22		11.0	
M12	24.4	6.0	13.5	20.0	13.0	16	13.5	26	16	13.5	
M14	28.4	7.0	15.5	24.0	15.0	18	15.5	30	18	13.5	
M16	32.4	8.0	17.5	26.0	17.5	20	17.5	33	20	17.5	
M18	—	—	—	—	—	—	—	36	22	20.0	
M20	40.4	10.0	22	33.0	21.5	24	22.0	40	24	22.0	
M22				—	—	—	—	43	26	24	
M24				40.0	25.5	28	26.0	48	28	26	
M27	—	—	—	—	—	—	—	53	33	30	
M30				48.0	32.0	36	33.0	61	36	33	
M36				57.0	38.0	42	39.0	71	42	39	

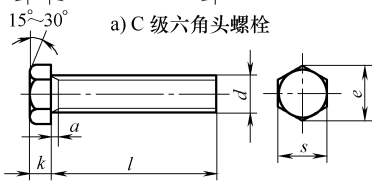
1.2.3 螺纹连接件的分类及其标准

1. C 级六角头螺栓、全螺纹六角头螺栓（见表 1-73）

表 1-73　C 级六角头螺栓（GB/T 5780—2000）、全螺纹六角头螺栓（GB/T 5781—2000）



a) C 级六角头螺栓



b) 全螺纹六角头螺栓

标记示例：

螺纹规格 d = M12，公称长度 l = 80mm、性能等级为 4.8 级、不经表面处理、C 级六角头螺栓的标记为：

螺栓　GB/T 5780 M12 × 80

螺纹规格 d(8g)		M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)
b	$l \leqslant 125$	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60
	$125 < l \leqslant 200$	22	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66
	$l > 200$	35	37	41	45	49	53	57	61	65	69	73	79
a　max		2.4	3	4	4.5	5.3	6	6	7.5	7.5	7.5	9	9
e　min		8.63	10.89	14.2	17.59	19.85	22.78	26.17	29.56	32.95	37.29	39.55	45.2
k　公称		3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5	14	15	17
s	max	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41
	min	7.64	9.64	12.57	15.57	17.57	20.16	23.16	26.16	29.16	33	35	40
l	GB/T 5780—2000	25 ~ 50	30 ~ 60	40 ~ 80	45 ~ 100	55 ~ 120	60 ~ 140	65 ~ 160	80 ~ 180	65 ~ 200	90 ~ 220	100 ~ 240	110 ~ 260
	GB/T 5781—2000	10 ~ 50	12 ~ 60	16 ~ 80	20 ~ 100	25 ~ 180	30 ~ 140	30 ~ 160	35 ~ 180	40 ~ 200	45 ~ 220	50 ~ 240	55 ~ 280
性能等级	钢	3.6 级、4.6 级、4.8 级											
表面处理	钢	1）不经处理　2）电镀　3）非电解锌粉覆盖层											

螺纹规格 d(8g)		M30	(M33)	M36	(M39)	M42	(M45)	M48	(M52)	M56	(M60)	M64
b	$l \leqslant 125$	66	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	$125 < l \leqslant 200$	72	78	84	90	96	102	108	116	—	132	—
	$l > 200$	85	91	97	103	109	115	121	129	137	145	153
a　max		10.5	10.5	12	12	13.5	13.5	15	15	16.5	16.5	18
e　min		50.85	55.37	60.79	66.44	72.02	76.95	82.6	82.25	93.56	99.21	104.86
k　公称		18.7	21	22.5	25	26	28	30	33	35	38	40
s	max	46	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
	min	45	49	53.8	58.8	63.8	68.1	73.1	78.1	82.8	87.8	92.8
l① 长度范围	GB/T 5780—2000	120 ~ 300	130 ~ 320	140 ~ 360	150 ~ 400	180 ~ 420	180 ~ 440	200 ~ 480	200 ~ 500	240 ~ 500	240 ~ 500	260 ~ 500
	GB/T 5781—2000	60 ~ 300	65 ~ 360	70 ~ 360	80 ~ 400	80 ~ 420	90 ~ 440	100 ~ 480	100 ~ 500	110 ~ 500	120 ~ 500	120 ~ 500
性能等级	钢	3.6 级、4.6 级、4.8 级或按协议										
表面处理	钢	1）不经处理　2）电镀　3）非电解锌粉覆盖层										

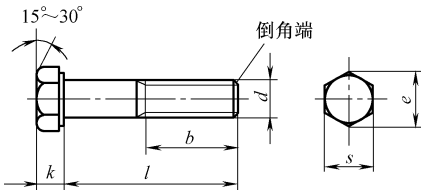
注：尽可能不采用括号内的规格。

① 长度系列（单位为 mm）为 10、12、16、20 ~ 70（5 进位）、70 ~ 150（10 进位）、180 ~ 500（20 进位）。

2. 粗牙、细牙六角头螺栓（见表1-74）

表1-74 粗牙（GB/T 5782—2000）、细牙（GB/T 5785—2000）六角头螺栓

（单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M12、公称长度 l = 80mm、性能等级为8.8级、表面氧化、A级六角头螺栓的标记：

螺栓 GB/T 5782 M12×80

螺纹规格 d = M12×1.5、公称长度 l = 80mm、细牙螺纹、性能等级为8.8级、表面氧化、A级六角头螺栓的标记为：

螺栓 GB/T 5785 M12×1.5×80

螺纹规格（6g）	d		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	（M14）	M16
	$d\times P$		—	—	—	—	M8×1	M10×1	M12×1.5	（M14×1.5）	M16×1.5
			—	—	—	—	—	（M10×1.25）	（M12×1.25）		—
b（参考）	$l\leqslant 125$		12	14	16	18	22	26	30	34	38
	$125<l\leqslant 200$		—	—	—	—	28	32	36	40	44
	$l>200$		—	—	—	—	41	45	49	57	57
e min	A级		6.01	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	23.36	26.75
	B级		—	—	—	—	14.2	17.59	19.85	22.78	26.17
s	max		5.5	7	8	10	13	16	18	21	24
	min	A级	5.32	6.78	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67
		B级	—	—	—	—	12.57	15.57	17.57	20.16	23.16
k	公称		2	2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10
l①长度范围	A级		20~30	25~40	25~40	30~60	35~80	40~100	45~120	50~140	55~140
	B级		—	—	—	—	—	—	—	—	160

螺纹规格（6g）	d	（M18）	M20	（M22）	M24	（M27）	M30	（M33）	M36
	$d\times P$	（M18×1.5）	（M20×2）	（M22×1.5）	M24×2	（M27×2）	M30×2	（M33×2）	M36×3
		—	M20×1.5	—	—	—	—	—	—
b（参考）	$l\leqslant 125$	42	46	50	54	60	66	72	78
	$125<l\leqslant 200$	48	52	56	60	66	72	78	84
	$l>200$	61	65	69	73	79	85	91	97
e min	A级	30.14	33.53	37.72	39.98	—	—	—	—
	B级	29.56	32.95	37.29	39.55	45.2	50.85	55.37	60.79
s max		27	30	34	36	41	46	50	55
s min	A级	26.67	29.67	33.38	35.38	—	—	—	—
	B级	26.16	29.16	33	35	40	45	49	53.8
k 公称		11.5	12.5	14	15	17	18.7	21	22.5
l①长度范围 A级		60~150	65~150	70~150	80~150	90~150	90~150	100~150	110~150
l①长度范围 B级		160~180	160~200	160~220	160~240	160~260	160~300	160~320	110~360

（续）

螺纹规格（6g）	d	（M18）	M20	（M22）	M24	（M27）	M30	（M33）	M36
	$d \times P$	（M18 × 1.5）	（M20 × 2）	（M22 × 1.5）	M24 × 2	（M27 × 2）	M30 × 2	（M33 × 2）	M36 × 3
		—	M20 × 1.5	—	—	—	—	—	—
b（参考）	$l \leqslant 125$	42	46	50	54	60	66	72	78
	$125 < l \leqslant 200$	48	52	56	60	66	72	78	84
	$l > 200$	61	65	69	73	79	85	91	97
e min	A 级	30.14	33.53	37.72	39.98	—	—	—	—
	B 级	29.56	32.95	37.29	39.55	45.2	50.85	55.37	60.79
s max		27	30	34	36	41	46	50	55
s min	A 级	26.67	29.67	33.38	35.38	—	—	—	—
	B 级	26.16	29.16	33	35	40	45	49	53.8
k 公称		11.5	12.5	14	15	17	18.7	21	22.5
l① 长度范围	A 级	60 ~ 150	65 ~ 150	70 ~ 150	80 ~ 150	90 ~ 150	90 ~ 150	100 ~ 150	110 ~ 150
	B 级	160 ~ 180	160 ~ 200	160 ~ 220	160 ~ 240	160 ~ 260	160 ~ 300	160 ~ 320	110 ~ 360

螺纹规格（6g）	d	（M39）	M42	（M45）	M48	（M52）	M56	（M60）	M64
	$d \times P$	（M39 × 3）	M42 × 3	（M45 × 3）	M48 × 3	（M52 × 4）	M56 × 4	（M60 × 4）	（M64 × 4）
b（参考）	$l \leqslant 125$	84	—	—	—	—	—	—	—
	$125 < l \leqslant 200$	90	96	102	108	116	124	132	140
	$l > 200$	103	109	115	121	129	137	145	153
e min	B 级	66.44	71.3	76.95	82.6	88.25	93.56	99.21	104.86
s max		60	65	70	75	80	85	90	95
s min	B 级	58.8	63.1	68.1	73.1	78.1	82.8	87.8	92.8
k 公称		25	26	28	30	33	35	38	40
l① 长度范围	B 级	130 ~ 380	120 ~ 400	130 ~ 400	140 ~ 400	150 ~ 400	160 ~ 400	180 ~ 400	200 ~ 400

注：1. 括号内为非优选的螺纹规格，尽可能不采用。

2. 表面处理、钢——氧化、镀锌钝化；不锈钢——不经处理。

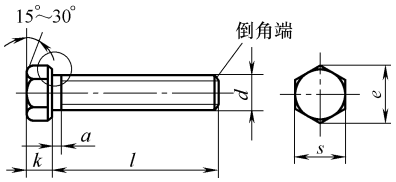
3. 性能等级：

螺栓直径 d	M8 ~ M20	（M22）~（M39）	M42 ~ M64
钢	8.8 级、10.9 级		按协议
不锈钢	A2-70	A2-50	按协议

① 长度系列（单位为 mm）为 20 ~ 50（5 进位）、（55）、60、（65）、70 ~ 160（10 进位）、180 ~ 400（20 进位）。

3. 粗牙全螺纹六角头螺栓（见表 1-75）

表 1-75 粗牙全螺纹六角头螺栓（GB/T 5783—2000） （单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M12、公称长度 l = 80mm、性能等级为 8.8 级、表面氧化、全螺纹、A 级六角头螺栓的标记为：

螺栓 GB/T 5783 M12 × 80

螺纹规格 d(6g)			M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16
a max			1.5	2.1	2.4	3	3.75	4.5	5.25	6	6
e min		A 级	6.01	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	23.36	26.75
s	max		5.5	7	8	10	13	16	18	21	24
	min	A 级	5.32	6.78	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67
k 公称			2	2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10
l①		A 级	6~30	8~40	10~50	12~60	16~80	20~100	25~120	30~140	30~100

螺纹规格 d(6g)			(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	M36
a max			7.5	7.5	7.5	9	9	10.5	10.5	12
d_a max			20.2	22.4	24.4	26.4	30.4	33.4	36.4	39.4
e min		A 级	30.14	33.53	37.72	39.98	—	—	—	—
		B 级	29.56	—	37.29	—	45.2	50.85	55.37	60.79
s	max		27	30	34	36	41	46	50	55
	min	A 级	26.67	29.67	33.38	35.38	—	—	—	—
		B 级	26.16	—	33	—	40	45	49	53.8
k 公称			11.5	12.5	14	15	17	18.7	21	22.5
l①		A 级	35~100	40~150	45~150	40~100	55~200	60~200	65~200	70~200
长度范围		B 级	160~200	160~200	160~200	—	—	—	—	—

螺纹规格 d(6g)			(M39)	M42	(M45)	M48	(M52)	M56	(M60)	M64
a max			12	13.5	13.5	15	15	16.5	16.5	18
e min		B 级	66.44	71.03	76.95	82.6	88.25	93.56	99.21	104.86
s	max		60	65	70	75	80	85	90	95
	min	B 级	58.8	63.1	68.1	73.1	78.1	82.8	87.8	92.8

（续）

螺纹规格　d(6g)		(M39)	M42	(M45)	M48	(M52)	M56	(M60)	M64
k　公称		25	26	28	30	33	35	38	40
l①长度范围	A 级	80 ~ 200	80 ~ 200	90 ~ 200	100 ~ 200	100 ~ 200	110 ~ 200	110 ~ 200	120 ~ 200

注：1. 括号内为非优选的螺纹规格。

2. 表面处理、钢——氧化、镀锌钝化；不锈钢——不经处理。

3. 性能等级：

螺栓直径	M3 ~ M20	(M22 ~ M39)	M42 ~ M64
钢	8.8 级、10.9 级	8.8 级、10.9 级	按协议
不锈钢	A2-70	A2-50	按协议

① 长度系列（单位为 mm）为 6、8、10、12、16、20 ~ 70（5 进位）、70 ~ 160（10 进位）、160 ~ 200（20 进位）。

4. 细牙全螺纹六角头螺栓（见表 1-76）

表 1-76　细牙全螺纹六角头螺栓（GB/T5786—2000）（图见表 1-75）

（单位：mm）

螺纹规格 $d \times P$ (6g)			M8 ×1	M10 ×1	M12 ×1.5	(M14 ×1.5)	M16 ×1.5	(M18 ×1.5)	(M20 ×2)
			—	(M10 ×1.25)	(M12 ×1.25)	—	—	—	M20 ×1.5
a　max			3	3(4)	4.5(4)	4.5	4.5	4.5	4.5(6)
e　min		A 级	14.38	17.77	20.03	23.36	26.75	30.14	33.53
		B 级	14.20	17.59	19.85	22.78	26.17	29.56	32.95
s	max		13	16	18	21	24	27	30
	min	A 级	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67	26.67	29.67
		B 级	12.57	15.57	17.57	20.16	23.16	26.16	29.16
k　公称			5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5
l①		A 级	16 ~ 90	20 ~ 100	25 ~ 120	30 ~ 140	35 ~ 150	35 ~ 150	40 ~ 150
		B 级	—	—	—	—	160	160 ~ 180	160 ~ 200

螺纹规格 $d \times P$ (6g)			(M22 ×1.5)	M24 ×2	(M27 ×2)	M30 ×2	(M33 ×2)	M36 ×3	(M39 ×3)
a　max			4.5	6	6	6	6	9	9
e　min		A 级	37.72	39.98	—	—	—	—	—
		B 级	37.29	39.55	45.2	50.85	55.37	60.79	66.44
s	max		34	36	41	46	50	55	60
	min	A 级	33.38	35.38	—	—	—	—	—
		B 级	33	35	40	45	49	53.8	58.8

（续）

螺纹规格 $d\times P$（6g）		（M22×1.5）	M24×2	（M27×2）	M30×2	（M33×2）	M36×3	（M39×3）
k 公称		14	15	17	18.7	21	22.5	25
l① 长度范围	A级	45～150	40～150	—	—	—	—	—
	B级	160～220	160～200	55～280	40～220	65～360	40～220	80～380

螺纹规格 $d\times P$（6g）		M42×3	（M45×3）	M48×3	（M52×4）	M56×4	（M60×4）	M64×4
a max		9	9	9	12	12	12	12
e min	B级	71.3	76.95	82.6	88.25	93.56	99.21	104.86
s max		65	70	75	80	85	90	95
s min	B级	63.1	68.1	73.1	78.1	82.8	87.8	92.8
k 公称		26	28	30	33	35	38	40
l① 长度范围	B级	90～420	90～440	100～480	100～500	120～500	110～500	130～500

注：1. 括号内为非优选的螺纹规格。

2. 标记示例：

螺纹规格 d=M12×1.5、公称长度 l=80mm、细牙螺纹、性能等级为8.8级、表面氧化、全螺纹、A级六角头螺栓的标记为：螺栓 GB/T 5786 M12×1.5×80。

3. 表面处理：钢——氧化；不锈钢——简单处理。

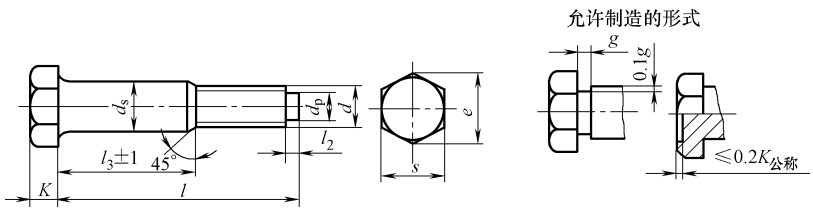
4. 性能等级：

螺栓规格 d	M8×1～（M20×2）	（M22×1.5）～（M39×3）	M42×3～M64×4
钢	5.6级、8.8级、10.9级	5.6级、8.8级、10.9级	按协议
不锈钢	A2-70、A4-70	A2-50、A4-50	按协议

① 长度系列（单位为mm）为16、20～70（5进位）、70～160（10进位）、180～500（20进位）。

5. 六角头铰制孔光制螺栓（见表1-77）

表1-77 六角头铰制孔光制螺栓 （单位：mm）



标记示例：螺纹规格 d=M12、d_s 尺寸按本表规定，公称长度 l=80mm、力学性能8.8级、表面氧化处理、A级的六角头铰制孔用螺栓的标记为：

螺栓 GB27M12×80

（续）

螺纹规格 d			M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30
d_s(h9)	max		7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	28	32
	min		6.96	8.96	10.96	12.96	14.96	16.96	18.95	20.95	22.95	24.95	27.95	31.94
s	max		10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41	46
	min	A	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67	26.67	29.67	33.38	35.38	—	—
		B	9.64	12.57	15.57	17.57	20.16	23.16	26.16	29.16	33	35	40	45
K	公称		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	17
r	min		0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1	1
d_p			4	5.5	7	8.5	10	12	13	15	17	18	21	23
l_2			1.5		2		3			4			5	
e_{min}		A	11.05	14.38	17.77	20.03	23.35	26.75	30.14	33.53	37.72	39.98	—	—
		B	10.89	14.20	17.59	19.85	22.78	26.17	29.56	32.95	37.29	39.55	45.20	50.85
g			2.5				3.5					5		
l 范围			22～65	25～80	30～120	35～180	40～180	45～200	50～200	55～200	60～200	65～200	75～200	80～230
l 系列			25,(28),30,(32),35,(38),40,45,50,(55),60,(65),70,(75),80,85,90,(95),100～260(10 进位),280,300											

注：1. 尽可能不采用括号内的规格。

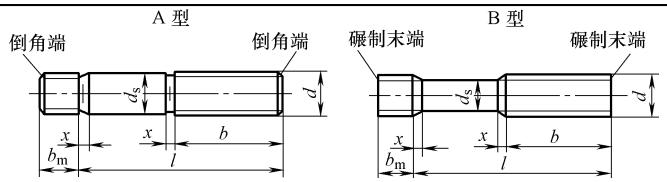
2. 根据使用要求，螺杆上无螺纹部分杆径（d_s）允许按 m6、u8 制造。

3. 螺杆上无螺纹部分直径（d_s）末端倒角 45°，根据制造工艺要求，允许制成 >45°，<1.5P 的颈部。

6. 双头螺柱（见表 1-78）

表 1-78　双头螺柱［$b_m=1d$（GB/T 897—1988）、$b_m=1.25d$（GB/T 898—1988）、$b_m=1.5d$（GB/T 899—1988）和 $b_m=2d$（GB/T 900—1988）］

（单位：mm）



标记示例：

两端均为粗牙普通螺纹，$d=10$mm、$l=50$mm、性能等级为 4.8 级、不经表面处理、B 型、$b_m=1d$ 的双头螺柱的标记：

螺柱 GB/T 897　M10×50

旋入机体一端为过渡配合螺纹的第一种配合，旋入螺母一端为粗牙普通螺纹，$d=10$mm、$l=50$mm、性能等级为 8.8 级、镀锌钝化、B 型、$b_m=1d$ 的双头螺柱的标记为：

螺柱　GB/T 897 GM10—M10×50—8.8—Zn·D

（续）

螺纹规格 d（6g）		M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16
b_m 公称	GB/T 897—1988					5	6	8	10	12	14	16
	GB/T 898—1988					6	8	10	12	15	18	20
	GB/T 899—1988	3	3.5	4.5	6	8	10	12	15	18	21	24
	GB/T 900—1988	4	5	6	8	10	12	16	20	24	28	32
x max		2.5P										
$\frac{l}{b}$ ① 长度范围		12～16 6 18～25 10	14～18 8 20～30 11	16～20 6 22～40 12	16～22 8 25～40 14	16～22 10 25～50 16	20～22 10 25～30 14 32～75 18	20～22 12 25～30 16 32～90 22	25～28 14 30～38 16 40～120 26 130 32	25～30 16 32～40 20 45～120 30 130～180 36	30～35 18 38～45 25 50～120 34 130～180 40	30～38 20 40～55 30 60～120 38 130～200 44

螺纹规格 d（8g）		(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	M36	(M39)	M42	M48
b_m 公称	GB/T 897—1988	18	20	22	24	27	30	33	36	39	42	48
	GB/T 898—1988	22	25	28	30	35	38	41	45	49	52	60
	GB/T 899—1988	27	30	33	36	40	45	49	54	58	63	72
	GB/T 900—1988	36	40	44	48	54	60	66	72	78	84	96
x max		2.5P										
$\frac{l}{b}$ ① 长度范围		35～40 22 45～60 35 65～120 42 130～200 48	35～40 25 45～65 35 70～120 46 130～200 52	40～45 30 50～70 40 75～120 50 130～200 56	45～50 30 55～75 45 80～120 54 130～200 60	50～60 35 65～85 50 90～120 60 130～200 56	60～65 40 70～90 50 95～120 66 130～200 72 210～250 85	65～70 45 75～95 60 100～120 72 130～200 78 210～300 91	65～75 45 80～110 60 120 78 130～200 84 210～300 97	70～80 50 85～110 60 120 84 130～200 90 210～300 103	70～80 50 85～110 70 120 90 130～200 96 210～300 109	80～90 60 95～110 80 120 102 130～200 108 210～300 121

注：1. 尽可能不采用括号内的规格。

2. 旋入机体端可以采用过渡或过盈配合螺纹：GB/T 897～899：GM、G2M、GB/T 900：GM、G3M、YM。

3. 旋入螺母端可以采用细牙螺纹。

4. 性能等级：钢—4.8级、5.8级、6.8级、8.8级、10.9级、12.9级；不锈钢—A2-50、A2-70。

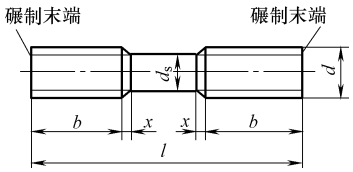
5. 表面处理：钢—不经处理、氧化、镀锌钝化；不锈钢—不经处理。

① 长度系列（单位为mm）为12、(14)、16、(18)、20、(22)、25、(28)、30、(32)、35、(38)、40、45、50、(55)、60、(65)、70、75、80、85、90、95、100～260（10进位）、280、300。

7. B 级等长双头螺柱（见表 1-79）

表 1-79　B 级等长双头螺柱（$b_m = 1.25d$）（GB/T 901—1988）

（单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M12、公称长度 l = 100mm、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的 B 级等长双头螺柱的标记为：

螺柱　GB/T 901 M12 × 100

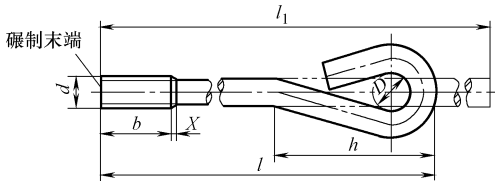
螺纹规格 d（6g）		M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)
b		10	11	12	14	16	18	28	32	36	40	44	48
x max		$1.5P$											
l① 长度范围		10 ~ 60	10 ~ 80	12 ~ 250	16 ~ 300	20 ~ 300	25 ~ 300	32 ~ 300	40 ~ 300	50 ~ 300	60 ~ 300	60 ~ 300	60 ~ 300
螺纹规格 d（8g）		M20	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	M36	(M39)	M42	M48	M56	
b		52	56	60	66	72	78	84	89	96	108	124	
x max		$1.5P$											
l① 长度范围		70 ~ 300	80 ~ 300	90 ~ 300	100 ~ 300	120 ~ 400	140 ~ 400	140 ~ 500	140 ~ 500	140 ~ 500	150 ~ 500	190 ~ 500	
性能等级	钢	4.8、5.8、6.8、8.8、10.9、12.9											
	不锈钢	A2-50、A2-70											
表面处理	钢	1）不经处理　2）镀锌钝化											
	不锈钢	不经处理											

注：尽可能不采用括号内的规格。

① 长度系列（单位为 mm）为 10、12、(14)、16、(18)、20、(22)、25、(28)、30、(32)、35、(38)、40、45、50、(55)、60、(65)、70、(75)、80、(85)、90、(95)、100 ~ 260（10 进位）、280、300、320、350、380、400、420、450、480、500。

8. 地角螺栓（见表1-80）

表1-80 地角螺栓（摘自 GB/T 799—1988） （单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M20、公称长度 l = 400mm、性能等级为3.6级、不经表面处理的地脚螺栓的标记为：螺栓 GB 799 M20×400

螺纹规格 d		M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48
b	max	27	31	36	40	50	58	68	80	94	106	118
	min	24	28	32	36	44	52	60	72	84	96	108
D		10	10	15	20	20	30	30	45	60	60	70
h		41	46	65	82	93	127	139	192	244	261	302
l_1		l+37	l+37	l+53	l+72	l+72	l+110	l+110	l+165	l+217	l+217	l+255
X max		2.5	3.2	3.8	4.2	5	6.3	7.5	8.8	10	11.3	12.5

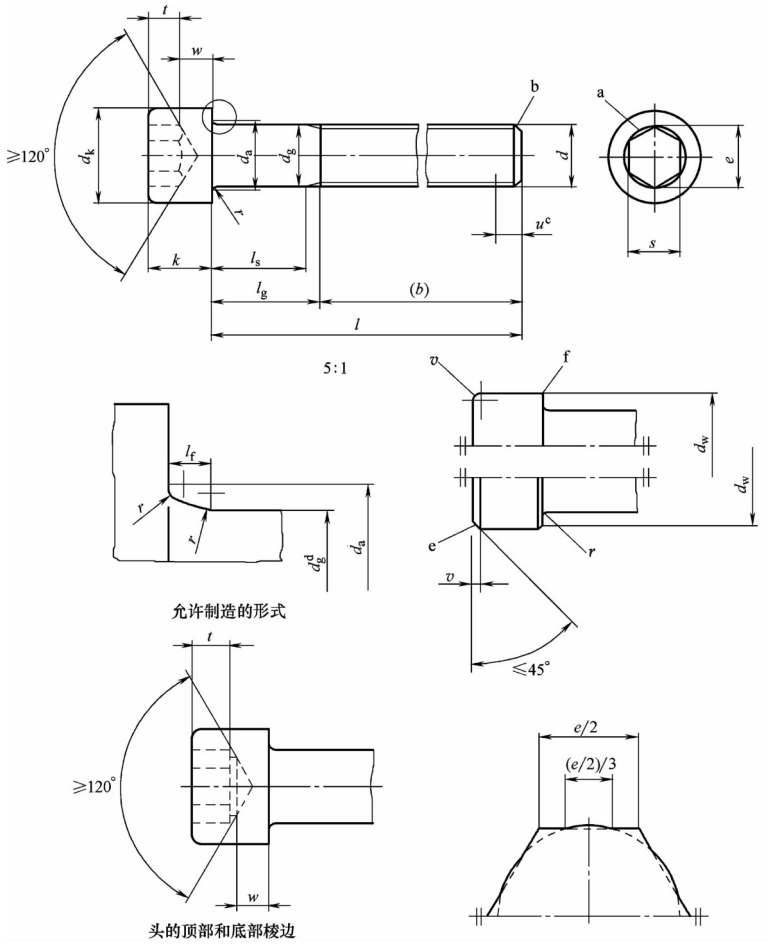
l													
公称	min	max											
80	72	88											
120	112	128											
160	152	168											
220	212	228				商							
300	292	308					品						
400	392	408						规					
500	488	512							格				
600	618	642								范			
800	788	812									围		
1000	988	912											
1250	1238	1262											

材料		钢
螺纹	公差	8g
	标准	GB/T 196—2003、GB/T 197—2003
力学性能	等级	$d \leqslant 39$：3.6；$d > 39$：按协议
	标准	GB/T 3098.1—2000
公差	产品等级	除第3章规定外，其余按C级
	标准	GB/T 3103.1—2002
表面处理		1）不经处理；2）氧化；3）镀锌钝化 GB/T 5267.4—2009
验收及包装		GB/T 90—2002

注：由于结构的原因，地脚螺栓不进行楔负载及头杆结合强度试验。

9. 内六角圆柱头螺钉（见表 1-81）

表 1-81　内六角圆柱头螺钉（GB/T 70.1—2008）　　（单位：mm）



最大的头下圆角：

$l_{f\,max} = 1.7 r_{max}$

$$r_{max} = \frac{d_{a\,max} - d_{3\,max}}{2}$$

r_{min} 见尺寸规格表

注：1. 对切制内六角，当尺寸达到最大极限时，由于钻孔造成的过切不应超过内六角任何一面长度（$e/2$）的 1/3

2. a—内六角口部允许稍许倒圆或沉孔

b—末端倒角，$d \leqslant$ M4 的为辗制末端，见 GB/T 2—2001

c—不完整螺纹的长度 $u \leqslant 2P$

d—d_s 适用于规定了 $l_{s\,min}$ 数值的产品

e—头的顶部棱边可以是圆的或倒角的，由制造者任选

f—底部棱边可以是圆的或倒角到 d_a，但均不得有毛刺

（续）

尺寸规格												
螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	
P①		0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	
b②	参考	15	16	17	18	20	22	24	28	32	36	
d_k	max③	3.00	3.80	4.50	5.50	7.00	8.50	10.00	13.00	16.00	18.00	
	max④	3.14	3.98	4.68	5.68	7.22	8.72	10.22	13.27	16.27	18.27	
	min	2.86	3.62	4.32	5.32	6.78	8.28	9.78	12.73	15.73	17.73	
d_a	max	2	2.6	3.1	3.6	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2	13.7	
d_s	max	1.60	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00	6.00	8.00	10.00	12.00	
	min	1.46	1.86	2.36	2.86	3.82	4.82	5.82	7.78	9.78	11.73	
e⑤⑥	min	1.733	1.733	2.303	2.873	3.443	4.583	5.723	6.683	9.149	11.429	
l_f	max	0.34	0.51	0.51	0.51	0.6	0.6	0.68	1.02	1.02	1.45	
k	max	1.60	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00	6.00	8.00	10.00	12.00	
	min	1.46	1.86	2.36	2.86	3.82	4.82	5.7	7.64	9.64	11.57	
r	min	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	
s⑥	公称	1.5	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	
	max	1.58	1.58	2.08	2.58	3.08	4.095	5.14	6.14	8.175	10.175	
	min	1.52	1.52	2.02	2.52	3.02	4.020	5.02	6.02	8.025	10.025	
t	min	0.7	1	1.1	1.3	2	2.5	3	4	5	6	
v	max	0.16	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.2	
d_w	min	2.72	3.48	4.18	5.07	6.53	8.03	9.38	12.33	15.33	17.23	
w	min	0.55	0.55	0.85	1.15	1.4	1.9	2.3	3.3	4	4.8	
l⑦		l_s 和 l_g										

公称	min	max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max
2.5	2.3	2.7																				
3	2.8	3.2																				
4	3.76	4.24																				
5	4.76	5.24																				
6	5.76	6.24																				
8	7.71	8.29																				
10	9.71	10.29																				
12	11.65	12.35																				

（续）

螺纹规格 d			M1.6		M2		M2.5		M3		M4		M5		M6		M8		M10		M12	
l⑦			l_s 和 l_g																			
公称	min	max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max
16	15.65	16.35																				
20	19.58	20.42			2	4																
25	24.58	25.42					5.75	8	4.5	7												
30	29.58	30.42							9.5	12	6.5	10	4	8								
35	34.5	35.5									11.5	15	9	13	6	11						
40	39.5	40.5									16.5	20	14	18	11	16	5.75	12				
45	44.5	45.5											19	23	16	21	10.75	17	5.5	13		
50	49.5	50.5											24	28	21	26	15.75	22	10.5	18		
55	54.4	55.6													26	31	20.75	27	15.5	23	10.25	19
60	59.4	60.6													31	36	25.75	32	20.5	28	15.25	24
65	64.4	65.6															30.75	37	25.5	33	20.25	29
70	69.4	70.6															35.75	42	30.5	38	25.25	34
80	79.4	80.6															45.75	52	40.5	48	35.25	44
90	89.3	90.7																	50.5	58	45.25	54
100	99.3	100.7																	60.5	68	55.25	64
110	109.3	110.7																			65.25	74
120	119.3	120.7																			75.25	84
130	129.2	130.8																				
140	139.2	140.8																				
150	149.2	150.8																				
160	159.2	160.8																				
180	179.2	180.8																				
200	199.075	200.925																				
220	219.075	220.925																				
240	239.075	240.925																				
260	258.95	261.05																				
280	278.95	281.05																				
300	298.95	301.05																				

（续）

螺纹规格 d		(M14)⑧	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64
P①		2	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
b②	参考	40	44	52	60	72	84	96	108	124	140
d_k	max③	21.00	24.00	30.00	36.00	45.00	54.00	63.00	72.00	84.00	96.00
	max④	21.33	24.33	30.33	36.39	45.39	54.46	63.46	72.46	84.54	96.54
	min	20.67	23.67	29.67	35.61	44.61	53.54	62.54	71.54	83.46	95.46
d_a	max	15.7	17.7	22.4	26.4	33.4	39.4	45.6	52.6	63	71
d_s	max	14.00	16.00	20.00	24.00	30.00	36.00	42.00	48.00	56.00	64.00
	min	13.73	15.73	19.67	23.67	29.67	35.61	41.61	47.61	55.54	63.54
e⑤⑥	min	13.716	15.996	19.437	21.734	25.154	30.854	36.571	41.131	46.831	52.531
l_f	max	1.45	1.45	2.04	2.04	2.89	2.89	3.06	3.91	5.95	5.95
k	max	14.00	16.00	20.00	24.00	30.00	36.00	42.00	48.00	56.00	64.00
	min	13.57	15.57	19.48	23.48	29.48	35.38	41.38	47.38	55.26	63.26
r	min	0.6	0.6	0.8	0.8	1	1	1.2	1.6	2	2
s⑥	公称	12	14	17	19	22	27	32	36	41	46
	max	12.212	14.212	17.23	19.275	22.275	27.275	32.33	36.33	41.33	46.33
	min	12.032	14.032	17.05	19.065	22.065	27.065	32.08	36.08	41.08	46.08
t	min	7	8	10	12	15.5	19	24	28	34	38
v	max	1.4	1.6	2	2.4	3	3.6	4.2	4.8	5.6	6.4
d_w	min	20.17	23.17	28.87	34.81	43.61	52.54	61.34	70.34	82.26	94.26
w	min	5.8	6.8	8.6	10.4	13.1	15.3	16.3	17.5	19	22

l⑦			l_s 和 l_g																			
公称	min	max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max
2.5	2.3	2.7																				
3	2.8	3.2																				
4	3.76	4.24																				
5	4.76	5.24																				
6	5.76	6.24																				
8	7.71	8.29																				
10	9.71	10.29																				
12	11.65	12.35																				
16	15.65	16.35																				

（续）

螺纹规格 d			(M14)⑧		M16		M20		M24		M30		M36		M42		M48		M56		M64	
l⑦			l_s 和 l_g																			
公称	min	max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max	l_s min	l_g max
20	19.58	20.42																				
25	24.58	25.42																				
30	29.58	30.42																				
35	34.5	35.5																				
40	39.5	40.5																				
45	44.5	45.5																				
50	49.5	50.5																				
55	54.4	55.6																				
60	59.4	60.6	10	20																		
65	64.4	65.6	15	25	11	21																
70	69.4	70.6	20	30	16	26																
80	79.4	80.6	30	40	26	36	15.5	28														
90	89.3	90.7	40	50	36	46	25.5	38	15	30												
100	99.3	100.7	50	60	46	56	35.5	48	25	40												
110	109.3	110.7	60	70	56	66	45.5	58	35	50	20.5	38										
120	119.3	120.7	70	80	66	76	55.5	68	45	60	30.5	48	16	36								
130	129.2	130.8	80	90	76	86	65.5	78	55	70	40.5	58	26	46								
140	139.2	140.8	90	100	86	96	75.5	88	65	80	50.5	68	36	56	21.5	44						
150	149.2	150.8			96	106	85.5	98	75	90	60.5	78	46	66	31.5	54						
160	159.2	160.8			106	116	95.5	108	85	100	70.5	88	56	76	41.5	64	27	52				
180	179.2	180.8					115.5	128	105	120	90.5	108	76	96	61.5	84	47	72	28.5	56		
200	199.075	200.925					135.5	148	125	140	110.5	128	96	116	81.5	104	67	92	48.5	76	30	60
220	219.075	220.925													101.5	124	87	112	68.5	96	50	80
240	239.075	240.925													121.5	155	107	132	88.5	116	70	100
260	258.95	261.05													141.5	164	127	152	108.5	136	90	120
280	278.95	281.05													161.5	184	147	172	128.5	156	110	140
300	298.95	301.05													181.5	204	167	192	148.5	176	130	160

① P——螺距

② 用于在粗阶梯线之间的长度

③ 对光滑头部

④ 对滚花头部

⑤ $e_{min} = 1.14 s_{min}$

⑥ 内六角组合量规尺寸见 GB/T 70.5—2008

⑦ 粗阶梯线间为商品长度规格。阴影部分长度，螺纹制到距头部 $3P$ 以内；阴影以下的长度，l_s 和 l_g 值按下式计算：

$$l_{g\,max} = l_{公称} - b;$$

$$l_{s\,min} = l_{g\,max} - 5P$$

⑧ 尽可能不采用括号内的规格

（续）

技术条件和引用标准				
材料		钢	不锈钢	非铁金属
通用技术条件		GB/T 16938—2008		
螺纹	公差	12.9级:5g6g;其他等级:6g		
	标准	GB/T 196—2003、GB/T 197—2003		
力学性能	等级	$d<3$mm:按协议 3mm≤d≤39mm: 8.8、10.9、12.9 $d>39$mm:按协议	d≤24mm:A2-70①、 A3-70、A4-70、A5-70 24mm<d≤39mm:A2-50②、 A3-50、A4-50、A5-50 $d>39$mm:按协议	CU2、CU3
	标准	GB/T 3098.1—2000	GB/T 3098.6—2000	GB/T 3098.10—1993
公差	产品等级	A		
	标准	GB/T 3103.1—2002		
表面处理		氧化; 电镀技术要求按GB/T 5267.1—2002 非电解锌片涂层技术要求按GB/T 5267.2—2002	简单处理	简单处理; 电镀技术要求按GB/T 5267.1—2002
表面缺陷		12.9级:GB/T 5779.3—2000;其他等级:GB/T 5779.1—2000		
验收及包装		GB/T 90.1—2002、GB/T 90.2—2002		

① 棒料切制的不锈钢螺钉,允许使用A1-70(d≤M12),但在螺钉上应标志其性能等级

② 棒料切制的不锈钢螺钉,允许使用A1-50,但在螺钉上应标志其性能等级

标记方法

标记方法按GB/T 1237—2000规定。

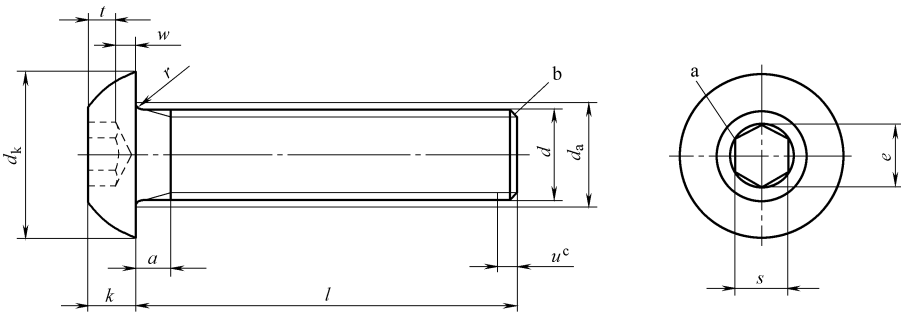
标记示例

螺纹规格d=M5、公称长度l=20mm、性能等级为8.8级、表面氧化的A级内六角圆柱头螺钉的标记为:

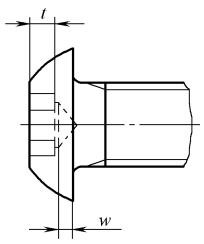
螺钉 GB/T 70.1 M5×20

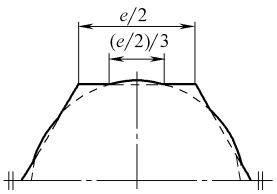
10. 内六角平圆头螺钉（见表 1-82）

表 1-82　内六角平圆头螺钉（GB/T 70.2—2008）　　（单位：mm）



允许制造的型式





注：1. 对切制内六角，当尺寸达到最大极限时，由于钻孔造成的过切不应超过内六角任何一面长度（$e/2$）的 1/3

2. a—内六角口部允许稍许倒圆或沉孔

b—末端倒角，$d \leqslant$ M4 的为辗制末端，见 GB/T 2—2001

c—不完整螺纹的长度 $u \leqslant 2P$

（续）

尺寸规格									
螺纹规格 d		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
P①		0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2
a	max	1.0	1.4	1.6	2	2.50	3.0	3.50	4
	min	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2
d_a max		3.6	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2	14.2	18.2
d_k	max	5.7	7.60	9.50	10.50	14.00	17.50	21.00	28.00
	min	5.4	7.24	9.14	10.07	13.57	17.07	20.48	27.48
e②③ min		2.303	2.873	3.443	4.583	5.723	6.863	9.149	11.429
k	max	1.65	2.20	2.75	3.3	4.4	5.5	6.60	8.80
	min	1.40	1.95	2.50	3.0	4.1	5.2	6.24	8.44
r min		0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6
s③	公称	2	2.5	3	4	5	6	8	10
	max	2.080	2.58	3.080	4.095	5.140	6.140	8.175	10.175
	min	2.020	2.52	3.020	4.020	5.020	6.020	8.025	10.025
t min		1.04	1.3	1.56	2.08	2.6	3.12	4.16	5.2
w min		0.2	0.3	0.38	0.74	10.5	1.45	1.63	2.25

l④		
公称	min	max
6	5.76	6.24
8	7.71	8.29
10	9.71	10.29
12	11.65	12.35
16	15.65	16.35
20	19.58	20.42
25	24.58	25.42
30	29.58	30.42
35	34.5	35.5
40	39.5	40.5
45	44.5	45.5
50	49.5	50.5

商品长度范围

① P——螺距

② $e_{min} = 1.14 s_{min}$

③ 内六角组合量规尺寸见 GB/T 70.5—2008

④ 公称长度在下阶梯实线以下的螺钉，其螺纹长度：最小为 $2d + 12$mm；最大为距螺钉头部 $2P$ 以内，由制造者确定。阶梯实线间的公称长度按 GB/T 3106—1982 确定

（续）

技术条件和引用标准		
材料		钢
通用技术条件		GB/T 16938—2008
螺纹	公差	12.9 级：5g6g；其他等级：6g
	标准	GB/T 196—2003、GB/T 197—2003
力学性能	等级①	8.8、10.9、12.9
	标准	GB/T 3098．1—2000
公差	产品等级	A
	标准	GB/T 3103.1—2002
表面缺陷		12.9 级：GB/T 5779.3—2000；其他等级：GB/T 5779.1—2000
表面处理		氧化； 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002 非电解锌片涂层技术要求按 GB/T 5267.2—2002
验收及包装		GB/T 90.1—2002、GB/T 90.2—2002

① 由于头部结构的原因，这些螺钉可能达不到最小拉力载荷（GB/T 3098.1—2000，B 类试验项目）。但这些螺钉仍应符合 GB/T 3098.1—2000 规定的材料和其他要求

此外，按 GB/T 3098.1—2000 规定的试验装夹方式对螺钉实物进行拉力试验，当载荷达到表中给出的最小拉力载荷时，不得断裂。继续加载，直至拉断，断裂可以发生在螺纹部分、头部或头-杆交接处

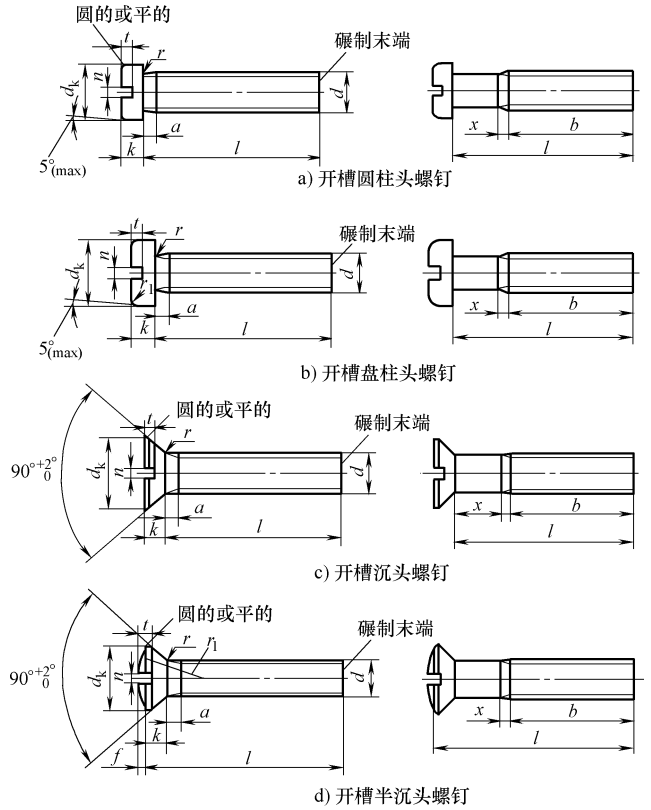
内六角平圆头螺钉的最小拉力载荷（GB/T 3098.1—2000 规定值的 80%）

螺纹规格 d	性能等级		
	8.8	10.9	12.9
	最小拉力载荷/N		
M3	3220	4180	4910
M4	5620	7300	8560
M5	9080	11800	13800
M6	12900	16700	19600
M8	23400	30500	35700
M10	37100	48200	56600
M12	53900	70200	82400
M16	100000	130000	154000

11. 开槽螺钉（见表1-83）

表1-83 开槽圆柱头螺钉（摘自GB/T 65—2000）、**开槽盘柱头螺钉**（摘自GB/T 67—2008）、**开槽沉头螺钉**（摘自GB/T 68—2000）、**开槽半沉头螺钉**（摘自GB/T 69—2000）

（单位：mm）



a) 开槽圆柱头螺钉

b) 开槽盘柱头螺钉

c) 开槽沉头螺钉

d) 开槽半沉头螺钉

标记示例：

螺纹规格 d = M5、公称长度 l = 20mm、性能等级为4.8级、不经表面处理的开槽圆柱头螺钉标记为：

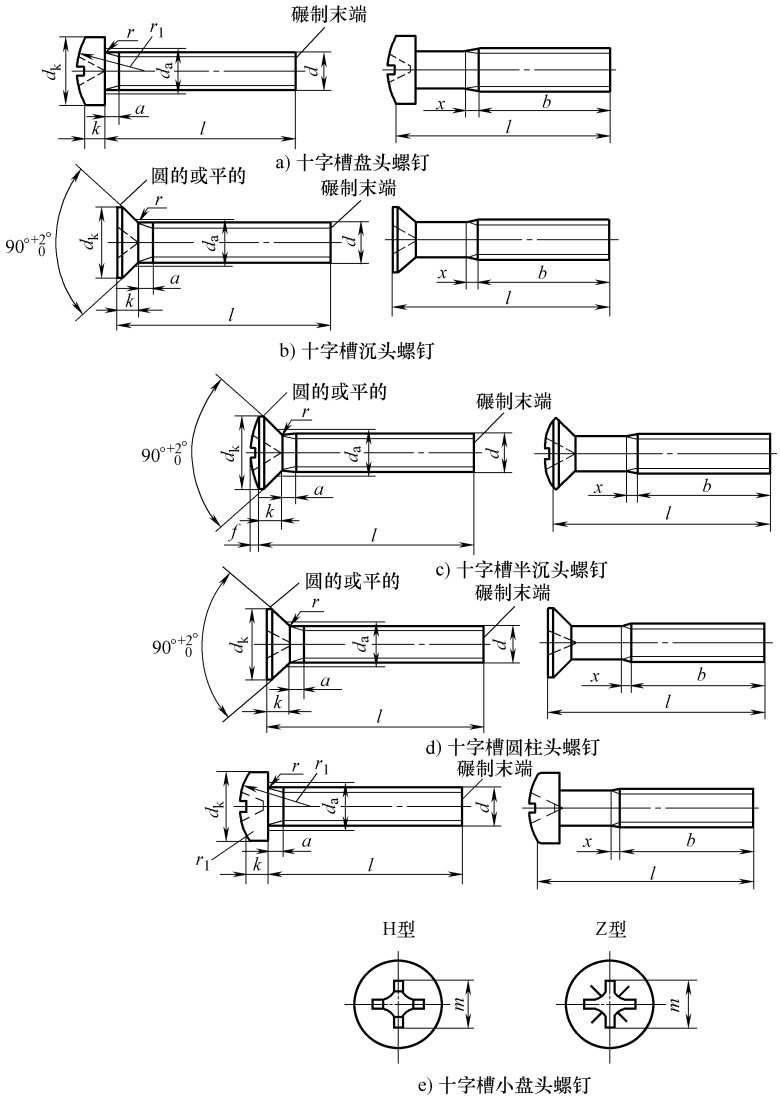
螺钉 GB/T65 M5×20

（续）

螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	(M3.5)	M4	M5	M6	M8	M10
a max		0.7	0.8	0.9	1	1.2	1.4	1.6	2	2.5	3
b min		25				38					
n 公称		0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.2	1.2	1.6	2	2.5
x max		0.9	1	1.1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3.2	3.8
d_k max	GB/T 65—2000	3.00	3.80	4.50	5.50	6	7	8.5	10	13	16
	GB/T 67—2008	3.2	4	5	5.6	7	8	9.5	12	16	20
	GB/T 68—2000 GB/T 69—2000	3	3.8	4.7	5.5	7.3	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
k max	GB/T 65—2000	1.10	1.40	1.80	2.00	2.4	2.6	3.3	3.9	5	6
	GB/T 67—2008	1	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	3	3.6	4.8	6
	GB/T 68—2000 GB/T 69—2000	1	1.2	1.5	1.65	2.35	2.7		3.3	4.65	5
t min	GB/T 65—2000	0.45	0.6	0.7	0.85	1	1.1	1.3	1.6	2	2.4
	GB/T 67—2008	0.35	0.5	0.6	0.7	0.8	1	1.2	1.4	1.9	2.4
	GB/T 68—2000	0.32	0.4	0.5	0.6	0.9	1	1.1	1.2	1.8	2
	GB/T 69—2000	0.64	0.8	1	1.2	1.4	1.6	2	2.4	3.2	3.8
r min	GB/T 65—2000 GB/T 67—2008	0.1					0.2		0.25	0.4	
r max	GB/T 68—2000 GB/T 69—2000	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1	1.3	1.5	2	2.5
r_f 参考	GB/T 67—2008	0.5	0.6	0.8	0.9	1	1.2	1.5	1.8	2.4	3
r_f ≈	GB/T 69—2000	3	4	5	6		9.5	12	16.5	19.5	
l 长度范围	GB/T 65—2000	2～16	3～20	3～25	4～30	5～35	5～40	6～50	8～60	10～80	12～80
	GB/T 67—2008	2～16	2.5～20	3～25	4～30	5～35	5～40	6～50	8～60	10～80	12～80

12. 十字槽螺钉（见表 1-84）

表 1-84 十字槽盘头螺钉（摘自 GB/T 818—2000）、**十字槽沉头螺钉**（摘自 GB/T 819.1—2000）、**十字槽半沉头螺钉**（摘自 GB/T 820—2000）、**十字槽圆柱头螺钉**（摘自 GB/T 822—2000）、**十字槽小盘头螺钉**（摘自 GB/T 823—2000） （单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M5、公称长度 l = 20mm、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的十字槽盘头螺钉标记为：

螺钉 GB/T 818 M5×20

（续）

螺纹规格 d				M1.6	M2	M2.5	M3	(M3.5)	M4	M5	M6	M8	M10
a max				0.7	0.8	0.9	1	1.2	1.4	1.6	2	2.5	3
b min				25				38					
d_a max				2.0	2.6	3.1	3.6	4.1	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2
x max				0.9	1	1.1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3.2	3.8
d_k max	GB/T 818—2000			3.2	4	5	5.6	7	8	9.5	12	16	20
	GB/T 819.1—2000 GB/T 820—2000			3	3.8	4.7	5.5	7.3	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
	GB/T 822—2000			—	—	4.5	5	6	7	8.5	10	13.0	—
	GB/T 823—2000			—	3.5	4.5	5.5	6	7	9	10.5	14	—
k max	GB/T 818—2000			1.3	1.6	2.1	2.4	2.6	3.1	3.7	4.6	6	7.5
	GB/T 819.1—2000 GB/T 820—2000			1	1.2	1.5	1.65	2.35	2.7		3.3	4.65	5
	GB/T 822—2000			—	—	1.8	2.0	2.4	2.6	3.3	3.9	5	—
	GB/T 823—2000			—	1.4	1.8	2.15	2.45	2.75	3.45	4.1	5.4	—
r min	GB/T 818—2000			0.1					0.2		0.25	0.4	
	GB/T 822—2000			—	—	0.1			0.2		0.25	0.4	—
	GB/T 823—2000			—		0.1			0.2			0.25	0.4
r max	GB/T 819.1—2000 GB/T 820—2000			0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1	1.3	1.5	2	2.5
r_f ≈	GB/T 818—2000			2.5	3.2	4	5	6	6.5	8	10	13	16
	GB/T 820—2000			3	4	5	6	8.5	9.5		12	16.5	19.5
	GB/T 823—2000			—	4.5	6	7	8	9	12	14	18	—
f	GB/T 820—2000			0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1	1.2	1.4	2	2.3
十字槽	GB/T818—2000	槽号		0		1		2			3	4	
		H 型插入深度	max	0.95	1.2	1.55	1.8	1.9	2.4	2.9	3.6	4.6	5.8
			min	0.7	0.9	1.15	1.4	1.4	1.9	2.4	3.1	4	5.2
		Z 型插入深度	max	0.9	1.2	1.5	1.75	1.93	2.35	2.75	3.5	4.5	5.7
			min	0.65	0.85	1.1	1.35	1.48	1.9	2.3	3.05	4.05	5.25
	GB/T819.1—2000	槽号		0		1		2			3	4	
		H 型插入深度	max	0.9	1.2	1.8	2.1	2.4	2.6	3.2	3.5	4.6	5.7
			min	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9	2.1	2.7	3	4	5.1
		Z 型插入深度	max	0.95	1.2	1.75	2	2.2	2.5	3.05	3.45	4.6	5.65
			min	0.7	0.95	1.45	1.6	1.75	2.05	2.6	3	4.15	5.2

（续）

螺纹规格 d				M1.6	M2	M2.5	M3	(M3.5)	M4	M5	M6	M8	M10
十字槽	GB/T820—2000	槽号		0		1		2			3	4	
		H型插入深度	max	1.2	1.5	1.85	2.2	2.75	3.2	3.4	4	5.25	6
			min	0.9	1.2	1.5	1.8	2.25	2.7	2.9	3.5	4.75	5.5
		Z型插入深度	max	1.2	1.4	1.75	2.1	2.70	3.1	3.35	3.85	5.2	6.05
			min	0.95	1.15	1.5	1.8	2.25	2.65	2.9	3.4	4.75	5.6
	GB/T822—2000	槽号		—	1		2				3		4
		H型插入深度	max	—	—	1.20	0.86	1.15	1.45	2.14	2.25	3.73	—
			min	—	—	1.62	1.43	1.73	2.03	2.73	2.86	4.36	—
	GB/T823—2000	槽号		—	1		2			3			—
		H型插入深度	max	—	1.01	1.42	1.43	1.73	2.03	2.73	2.86	4.38	—
			min	—	0.60	1.00	0.86	1.15	1.45	2.14	2.26	3.73	—
l① 长度范围				3～16	3～20	3～25	4～30	5～35	5～40	6～50	8～60	10～60	12～60
全螺纹时最大长度	GB/T 818—2000			25	25	25	25	40	40	40	40	40	
	GB/T 819.1—2000 GB/T 820—2000			30				45 45	45				
	GB/T 822—2000			—	—	30	30	40	40				—
	GB/T 823—2000			—	20	25	30	35	40	50			—
性能等级	钢			4.8									
	不锈钢	GB/T 818—2000 GB/T 820—2000		A2-50、A2-70									
		GB/T 822—2000		A2-70									
		GB/T 823—2000		A1-50、C4-50									
	非铁金属			CU2、CU3、AL4									
表面处理	钢			1)简单处理 2)镀锌钝化									
	不锈钢			简单处理									
	非铁金属			简单处理									

注：尽可能不采用括号内规格。

① 长度系列（单位为mm）为2、2.5、3、4、5、6～16（2进位）、20～80（5进位）。GB/T818—2000的M5长度范围为6～45mm。

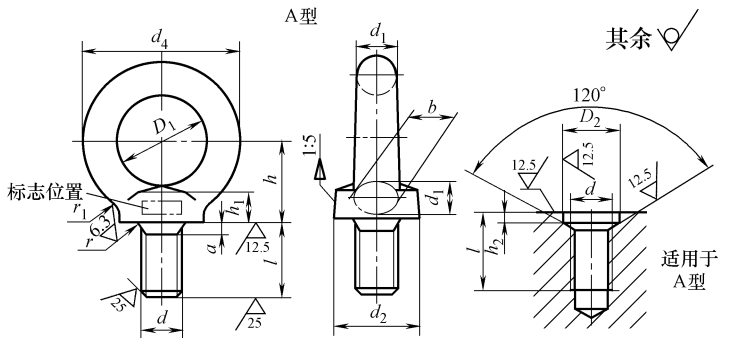
13. 吊环螺钉（见表1-85）

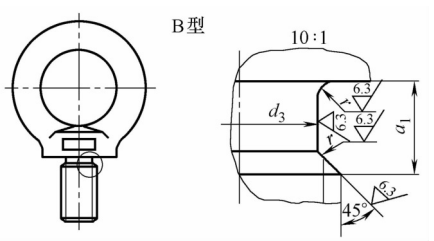
表 1-85　吊环螺钉（GB/T 825—1988）　　（单位：mm）

标记示例：

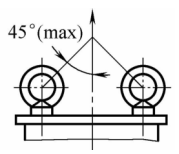
规格为 20mm、材料为 20 钢、经正火处理、不经表面处理的 A 型吊环螺钉的标记为：

螺钉　GB 825 M20





起吊方式

单螺钉起吊	双螺钉起吊
	

螺纹规格 d		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48
d_1	max	9.1	11.1	13.1	15.2	17.4	21.4	25.7	30	34.4	40.7
D_1	公称	20	24	28	34	40	48	56	67	80	95
d_2	max	21.1	25.1	29.1	35.2	41.4	49.4	57.7	69	82.4	97.7
h_1	max	7	9	11	13	15.1	19.1	23.2	27.4	31.7	36.9
l	公称	16	20	22	28	35	40	45	55	65	70
d_4	参考	36	44	52	62	72	88	104	123	144	171
h		18	22	26	31	36	44	53	63	74	87
r_1		4	4	6	6	8	12	15	18	20	22
r	min	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3
a_1	max	3.75	4.5	5.25	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15
d_3	公称(max)	6	7.7	9.4	13	16.4	19.6	25	30.8	35.6	41
a	max	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10

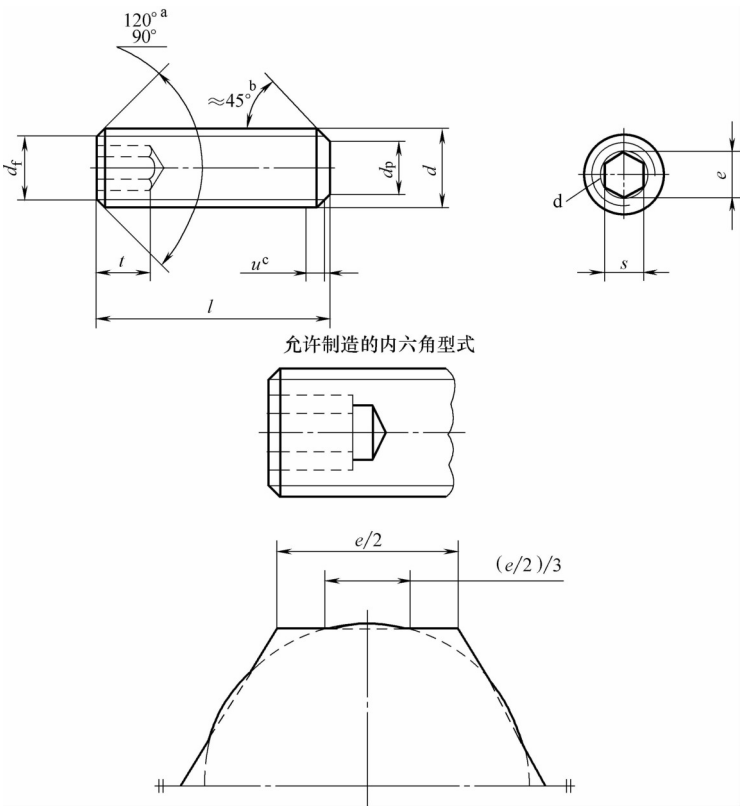
（续）

螺纹规格 d			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48
b			10	12	14	16	19	24	28	32	38	46
D_2		公称(min)	13	15	17	22	28	32	38	45	52	60
h_2		公称(min)	2.5	3	3.5	4.5	5	7	8	9.5	10.5	11.5
最大起吊重量①/t	单螺钉起吊	（参见右上图）	0.16	0.25	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3	8
	双螺钉起吊		0.08	0.125	0.2	0.32	0.5	0.8	1.25	2	3.2	4

① 表中数值是指平稳起吊时的最大起吊重量。

14. 内六角平端紧定螺钉（见表1-86）

表1-86 内六角平端紧定螺钉（GB/T 77—2007） （单位：mm）



注：1. 对切制内六角，当尺寸达到最大极限时，由钻孔造成的过切不应超过内六角任何一面长度（$e/2$）的1/3

2. a—公称长度 l 在表中阴影部分的短螺钉应制成120°

b—45°仅适用于螺纹小径以内的末端部分

c—不完整螺纹的长度 $u \leqslant 2P$

d—内六角口部允许稍许倒圆或沉孔

（续）

尺寸规格														
螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
P①		0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3
d_p	max	0.80	1.00	1.50	2.00	2.50	3.50	4.00	5.50	7.00	8.50	12.0	15.0	18.0
	min	0.55	0.75	1.25	1.75	2.25	3.20	3.70	5.20	6.64	8.14	11.57	14.57	17.57
d_f min		≈螺纹小径												
e②③ min		0.809	1.011	1.454	1.733	2.303	2.873	3.443	4.583	5.723	6.863	9.149	11.429	13.716
s③	公称	0.7	0.9	1.3	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12
	max	0.724	0.913	1.300	1.58	2.08	2.58	3.08	4.095	5.14	6.14	8.175	10.175	12.212
	min	0.710	0.887	1.275	1.52	2.02	2.52	3.02	4.02	5.02	6.02	8.025	10.025	12.032
t	min④	0.7	0.8	1.2	1.2	1.5	2	2	3	4	4.8	6.4	8	10
	min⑤	1.5	1.7	2	2	2.5	3	3.5	5	6	8	10	12	15

l			每 1000 件钢螺钉的质量（$\rho = 7.85 kg/dm^3$）≈kg											
公称	min	max												
2	1.8	2.2	0.021	0.029										
2.5	2.3	2.7	0.025	0.037	0.063									
3	2.8	3.2	0.029	0.044	0.075	0.1								
4	3.76	4.24	0.037	0.059	0.1	0.14	0.22							
5	4.76	5.24	0.046	0.074	0.125	0.18	0.3	0.44						
6	5.76	6.24	0.054	0.089	0.15	0.22	0.38	0.56	0.76					
8	7.71	8.29	0.07	0.119	0.199	0.3	0.54	0.8	1.11	1.89				
10	9.71	10.29		0.148	0.249	0.38	0.7	1.04	1.46	2.52	3.78			
12	11.65	12.35			0.299	0.46	0.86	1.28	1.81	3.15	4.78	6.8		
16	15.65	16.35				0.62	1.18	1.76	2.51	4.41	6.78	9.6	16.3	
20	19.58	20.42					1.49	2.24	3.21	5.67	8.76	12.4	21.5	32.3
25	24.58	25.42						2.84	4.09	7.25	11.2	15.9	28	42.6	57
30	29.58	30.42							4.97	8.82	13.7	19.4	34.6	52.9	72
35	34.5	35.5								10.4	16.2	22.9	41.1	63.2	87
40	39.5	40.5								12	18.7	26.4	47.7	73.5	102
45	44.5	45.5									21.2	29.9	54.2	83.8	117
50	49.5	50.5									23.7	33.4	60.7	94.1	132
55	54.4	55.6										36.8	67.3	104	147
60	59.4	60.6										40.3	73.7	115	162

注：阶梯实线间为商品长度规格。

① P——螺距

② $e_{min} = 1.14 s_{min}$

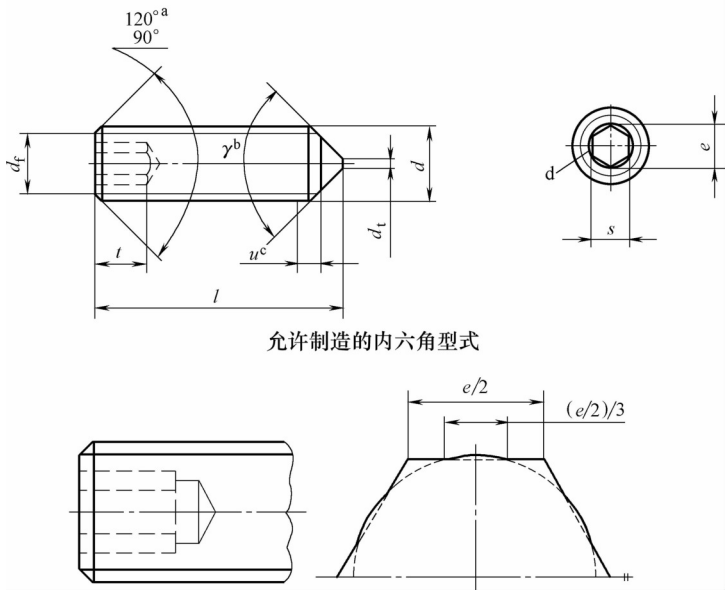
③ 内六角尺寸 e 和 s 的综合测量见 ISO 23429：2004

④ 适用于公称长度处于阴影部分的螺钉

⑤ 适用于公称长度在阴影部分以下的螺钉

15. 内六角锥端紧定螺钉（见表1-87）

表1-87 内六角锥端紧定螺钉（GB/T 78—2007） （单位：mm）



注：1. 对切制内六角，当尺寸达到最大极限时，由钻孔造成的过切不应超过内六角任何一面长度（$e/2$）的1/3。

2. a—公称长度 l 在表中阴影部分的短螺钉应制成120°。

b—γ 角仅适用于螺纹小径以内的末端部分：$\gamma=120°$适用于在表中阴影部分的公称长度，而 $\gamma=90°$用于其余长度。

c—不完整螺纹的长度 $u\leqslant 2P$。

d—内六角口部允许稍许倒圆或沉孔。

标记示例：

螺纹规格 d = M6、公称长度 l = 12mm、性能等级为45H级、表面氧化的A级内六角锥端紧定螺钉的标记为：

螺钉 GB/T 78 M6×12

尺寸规格														
螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
P①		0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3
d_t	max	0.4	0.5	0.65	0.75	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	6
d_f	min	≈螺纹小径												

（续）

e②⑤ min		0.809	1.011	1.454	1.733	2.303	2.873	3.443	4.583	5.723	6.863	9.149	11.429	13.716
s③	公称	0.7	0.9	1.3	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12
	max	0.724	0.913	1.300	1.58	2.08	2.58	3.08	4.095	5.14	6.14	8.175	10.175	12.212
	min	0.710	0.887	1.275	1.52	2.02	2.52	3.02	4.02	5.02	6.02	8.025	10.025	12.032
t	min④	0.7	0.8	1.2	1.2	1.5	2	2	3	4	4.8	6.4	8	10
	min⑤	1.5	1.7	2	2	2.5	3	3.5	5	6	8	10	12	15

l			每 1000 件钢螺钉的重量(ρ = 7.85kg/dm^3)/kg≈											
公称	min	max												
2	1.8	2.2	0.021	0.029										
2.5	2.3	2.7	0.025	0.037	0.063									
3	2.8	3.2	0.029	0.044	0.075	0.09								
4	3.76	4.24	0.037	0.059	0.1	0.13	0.18							
5	4.76	5.24	0.046	0.074	0.125	0.17	0.26	0.37						
6	5.76	6.24	0.054	0.089	0.15	0.21	0.34	0.49	0.69					
8	7.71	8.29	0.07	0.119	0.199	0.29	0.5	0.73	1.04	1.72				
10	9.71	10.29		0.148	0.249	0.37	0.66	0.97	1.39	2.35	3.41			
12	11.65	12.35			0.299	0.45	0.82	1.21	1.74	2.98	4.42	6.1		
16	15.65	16.35				0.61	1.14	1.69	2.44	4.24	6.43	8.9	14.9	
20	19.58	20.42					1.46	2.17	3.14	5.5	8.44	11.7	20.1	30.4
25	24.58	25.42						2.77	4.02	7.08	10.9	15.3	26.6	40.7	54.2
30	29.58	30.42							4.89	8.65	13.5	18.8	33.1	51	68.7
35	34.5	35.5								10.2	16	22.3	39.6	61.3	83.2
40	39.5	40.5								11.8	18.5	25.8	46.1	71.6	97.7
45	44.5	45.5									21	29.3	52.6	81.9	112
50	49.5	50.5									23.5	32.8	59.1	92.2	127
55	54.4	55.6										36.3	65.6	103	141
60	59.4	60.6										39.8	72.2	113	156

注：阶梯实线间为商品长度规格。

① P——螺距

② $e_{min} = 1.14 s_{min}$

③ 内六角尺寸 e 和 s 的综合测量见 ISO 23429：2004

④ 适用于公称长度处于阴影部分的螺钉

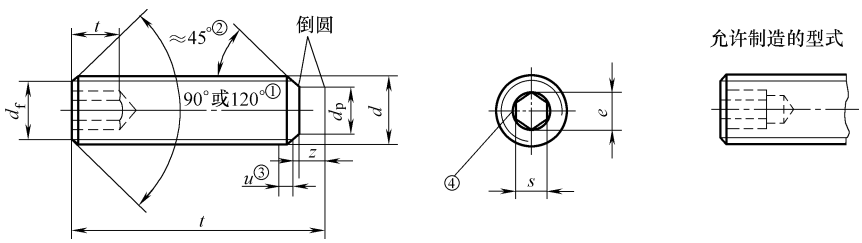
⑤ 适用于公称长度在阴影部分以下的螺钉

（续）

技术条件和引用标准				
材料		钢	不锈钢	非铁金属
通用技术条件		ISO 8992		
螺纹	公差	6g		
	标准	GB/T 193—2003、GB/T 2516—2003、GB/T 9145—2003		
力学性能	等级	45H	A1-12H、A2-21H、A3-21H、A4-21H、A5-21H	CU2、CU3、AL4
	标准	GB/T 3098.3—2000	GB/T 3098.16—2000	GB/T 3098.10—1993
公差	产品等级	A		
	标准	GB/T 3103.1—2002		
表面处理		不经处理 氧化 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002 非电解锌片涂层，技术要求按 GB/T 5267.2—2002	简单处理	简单处理 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002
表面缺陷		GB/T 5779.1—2000	—	—
验收及包装		GB/T 90.1—2002、GB/T 90.2—2002		

16. 内六角圆柱紧定螺钉（见表1-88）

表1-88 内六角圆柱紧定螺钉（GB/T 78—2000） （单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M6、公称长度 l = 12mm、性能等级为45H级、表面氧化的A级内六角圆柱端紧定螺钉的标记为：

螺钉 GB/T 79 M6×12

（续）

螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
P①		0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3
d_p	max	0.80	1.00	1.50	2.00	2.50	3.5	4.0	5.5	7.00	8.50	12.00	15.00	18.00
	min	0.55	0.75	1.25	1.75	2.25	3.2	3.7	5.2	6.64	8.14	11.57	14.57	17.57
d_f		≈螺纹小径												
e② min		0.803	1.003	1.427	1.73	2.3	2.87	3.44	4.58	5.72	6.86	9.15	11.43	13.72
s③	公称	0.7	0.9	1.3	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12
	max	0.724	0.902	1.295	1.545	2.045	2.560	3.071	4.084	5.084	6.095	8.115	10.115	12.142
	min	0.711	0.889	1.270	1.520	2.020	2.520	3.020	4.020	5.020	6.020	8.025	10.025	12.032
t min	④	0.7	0.8	1.2	1.2	1.5	2	2	3	4	4.8	6.4	8	10
	⑤	1.5	1.7	2	2	2.5	3	3.5	5	6	8	10	12	15
z 短圆柱端④	max	0.65	0.75	0.88	1.00	1.25	1.50	1.75	2.25	2.75	3.25	4.3	5.3	6.3
	min	0.40	0.50	0.63	0.75	1.00	1.25	1.50	2.00	2.50	3.00	4.0	5.0	6.0
z 长圆柱端⑤	max	1.05	1.25	1.50	1.75	2.25	2.75	3.25	4.3	5.3	6.3	8.36	10.36	12.43
	min	0.80	1.00	1.25	1.50	2.00	2.50	3.00	4.0	5.0	6.0	8.00	10.00	12.00

l			每1000件钢螺钉的重量(ρ=7.85kg/dm³)/kg≈											
公称	min	max												
2	1.8	2.2	0.024											
2.5	2.3	2.7	0.028	0.046										
3	2.8	3.2	0.029	0.053	0.085									
4	3.76	4.24	0.037	0.059	0.11	0.12								
5	4.76	5.24	0.046	0.074	0.125	0.161	0.239							
6	5.76	6.24	0.054	0.089	0.15	0.186	0.319	0.528						
8	7.71	8.29	0.07	0.119	0.199	0.266	0.442	0.708	1.07	1.68				
10	9.71	10.29		0.148	0.249	0.346	0.602	0.948	1.29	2.31	3.6			
12	11.65	12.35			0.299	0.427	0.763	1.19	1.63	2.68	4.58	6.06		
16	15.65	16.35				0.586	1.08	1.67	2.31	3.94	6.05	8.94	15	
20	19.58	20.42					1.4	2.15	2.99	5.2	8.02	11	20.3	28.3
25	24.58	25.42						2.75	3.84	6.78	10.5	14.6	25.1	38.6	55.4
30	29.58	30.42							4.69	8.35	13	18.2	31.7	45.5	69.9
35	34.5	35.5								9.93	15.5	21.8	38.3	55.8	78.4
40	39.5	40.5								11.5	18	25.4	44.9	66.1	92.9
45	44.5	45.5									20.5	29	51.5	76.4	107

（续）

螺纹规格 d			M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
l			每1000件钢螺钉的重量(ρ=7.85kg/dm³)/kg≈												
公称	min	max													
50	49.5	50.5									23	32.6	58.1	86.7	122
55	54.4	55.6										36.2	64.7	97	136
60	59.4	60.6										39.8	71.3	107	151

注：阶梯实线间为商品长度规格。

① P——螺距。

② 除M1.6、M2和M2.5外，$e_{min}=1.14s_{min}$。

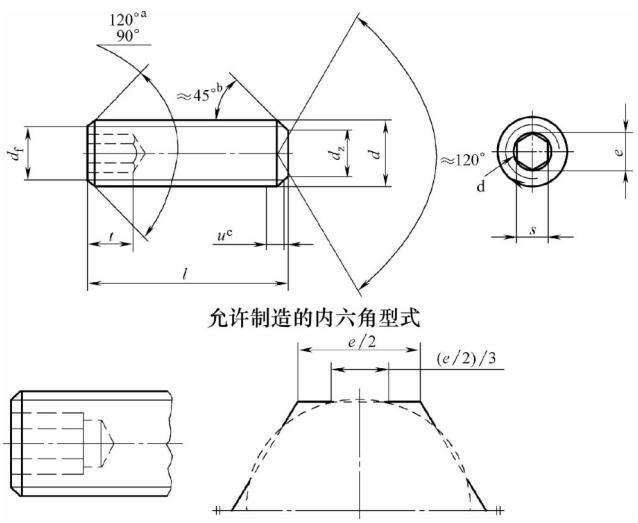
③ s应用综合测量方法进行检验，量规见附录A。

④ 用于公称长度在粗线以上的螺钉。

⑤ 用于公称长度在粗线以下的螺钉。

17. 内六角凹端紧定螺钉（见表1-89）

表1-89 内六角凹端紧定螺钉（GB/T 80—2007） （单位：mm）



注：1. 对切制内六角，当尺寸达到最大极限时，由钻孔造成的过切不应超过内六角任何一面长度（$e/2$）的1/3。

2. a—公称长度l在表中阴影部分的短螺钉应制成120°。

b—45°仅适用于螺纹小径以内的末端部分。

c—不完整螺纹的长度$u\leqslant 2P$。

d—内六角口部允许稍许倒圆或沉孔。

标记示例：

螺纹规格d=M6、公称长度l=12mm、性能等级为45H级、表面氧化的A级内六角凹端紧定螺钉的标记为：

螺钉 GB/T 80 M6×12

（续）

螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24
P①		0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	3
d_f	max	0.80	1.00	1.20	1.40	2.00	2.50	3.0	5.0	6.0	8.0	10.0	14.0	16.0
	min	0.55	0.75	0.95	1.15	1.75	2.25	2.75	4.7	5.7	7.64	9.64	13.57	15.57
d_t min		≈螺纹小径												
e②⑤ min		0.809	1.011	1.454	1.733	2.303	2.873	3.443	4.583	5.723	6.863	9.149	11.429	13.716
s③	公称	0.7	0.9	1.3	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12
	max	0.724	0.913	1.300	1.58	2.08	2.58	3.08	4.095	5.14	6.14	8.175	10.175	12.212
	min	0.710	0.887	1.275	1.52	2.02	2.52	3.02	4.02	5.02	6.02	8.025	10.025	12.032
t	min④	0.7	0.8	1.2	1.2	1.5	2	2	3	4	4.8	6.4	8	10
	min⑤	1.5	1.7	2	2	2.5	3	3.5	5	6	8	10	12	15

l			每1000件钢螺钉的质量(ρ=7.85kg/dm³)/kg≈											
公称	min	max												
2	1.8	2.2	0.019	0.029										
2.5	2.3	2.7	0.025	0.037	0.063									
3	2.8	3.2	0.029	0.044	0.075	0.1								
4	3.76	4.24	0.037	0.059	0.1	0.14	0.23							
5	4.76	5.24	0.046	0.074	0.125	0.18	0.305	0.42						
6	5.76	6.24	0.054	0.089	0.15	0.22	0.38	0.54	0.74					
8	7.71	8.29	0.07	0.119	0.199	0.3	0.53	0.78	1.09	1.88				
10	9.71	10.29		0.148	0.249	0.38	0.68	1.02	1.44	2.51	3.72			
12	11.65	12.35			0.299	0.46	0.83	1.26	1.79	3.14	4.73	6.7		
16	15.65	16.35				0.62	1.13	1.74	2.49	4.4	6.73	9.5	15.7	
20	19.58	20.42					1.4	2.22	3.19	5.66	8.72	12.3	20.9	31.1
25	24.58	25.42						2.82	4.07	7.24	11.2	15.8	27.4	41.4	55.4
30	29.58	30.42							4.94	8.81	13.7	19.3	33.9	51.7	70.3
35	34.5	35.5								10.4	16.2	22.7	40.4	62	85.3
40	39.5	40.5								12	18.7	26.2	46.9	72.3	100
45	44.5	45.5									21.2	29.7	53.3	82.6	115
50	49.5	50.5									23.6	33.2	59.8	92.6	130
55	54.4	55.6										36.6	66.3	103	145
60	59.4	60.6										40.1	72.8	114	160

注：阶梯实线间为商品长度规格。

① P——螺距

② $e_{min}=1.14s_{min}$

③ 内六角尺寸 e 和 s 的综合测量见 ISO 23429：2004

④ 适用于公称长度处于阴影部分的螺钉

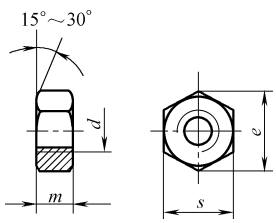
⑤ 适用于公称长度在阴影部分以下的螺钉

（续）

技术条件和引用标准				
材料		钢	不锈钢	非铁金属
通用技术条件		ISO 8992		
螺纹	公差	6g		
	标准	GB/T 193—2003、GB/T 2516—2003、GB/T 9145—2003		
力学性能	等级	45H	A1-12H、A2-21H、A3-21H、A4-21H、A5-21H	CU2、CU3、AL4
	标准	GB/T 3098.3—2000	GB/T 3098.16—2000	GB/T 3098.10—1993
公差	产品等级	A		
	标准	GB/T 3103.1—2002		
表面处理		不经处理 氧化 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002 非电解锌片涂层，技术要求按 GB/T 5267.2—2002	简单处理	简单处理 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002
表面缺陷		GB/T 5779.1—2000	—	—
验收及包装		GB/T 90.1—2002、GB/T 90.2—2002		

18. C级I型六角螺母（见表1-90）

表1-90 C级I型六角螺母（GB/T 41—2000） （单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M12、性能等级为5级、不经表面处理、C级的1型六角螺母的标记为：

螺母 GB/T 41 M12

螺纹规格 d (7H)		M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)
e min		8.63	10.89	14.20	17.29	19.85	22.78	26.17	29.56	32.95	37.29	39.55	45.2
s	max	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41
	min	7.64	9.64	12.57	15.57	17.57	20.16	23.16	26.16	29.16	33	35	40
m max		5.6	6.4	7.94	9.54	12.17	13.9	15.9	16.9	19.0	20.2	22.3	24.7
性能等级	钢	5级							4、5级				

（续）

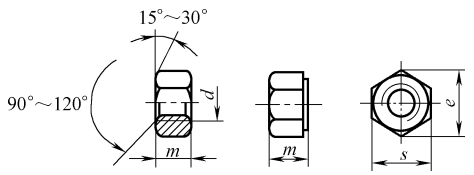
螺纹规格 d（7H）		M30	(M33)	M36	(M39)	M42	(M45)	M48	(M52)	M56	(M60)	M64
e min		50.85	55.37	60.79	66.44	72.02	76.95	82.6	88.25	93.56	99.21	104.86
s	max	46	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
	min	45	49	53.8	58.8	63.1	68.1	73.1	78.1	82.8	87.8	92.8
m max		26.4	29.5	31.9	34.3	34.9	36.9	38.9	42.9	45.9	48.9	52.4
性能等级	钢	4 级、5 级				按协议						

注：1. 尽可能不采用括号内的规格。

2. 表面处理：钢——不经处理、镀锌钝化。

19. A 级和 B 级粗牙、细牙Ⅰ型六角螺母（见表 1-91）

表 1-91　A 级和 B 级粗牙（GB/T 6170—2000）、细牙（GB/T 6171—2000）Ⅰ型六角螺母　　（单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M12、性能等级为 8 级、不经表面处理、A 级Ⅰ型六角螺母的标记为：

螺母　GB/T 6170　M12

螺纹规格（6H）	d	M1.6	M2	M2.5	M3	(M3.5)	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)
	$d\times P$	—	—	—	—	—	—	—	—	M8×1	M10×1	M12×1.5	(M14×1.5)
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	(M10×1.25)	(M12×1.25)	—
e min		3.41	4.32	5.45	6.01	6.58	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	23
s	max	3.2	4	5	5.5	6	7	8	10	13	16	18	21
	min	3.02	3.82	4.82	5.32	5.82	6.78	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67
m	max	1.3	1.6	2	2.4	2.8	3.2	4.7	5.2	6.8	8.4	10.8	12.8

螺纹规格（6H）	d	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	M36
	$d\times P$	M16×1.5	(M18×1.5)	(M20×2)	(M22×1.5)	M24×2	(M27×2)	M30×2	(M33×2)	M36×3
		—	—	M20×1.5	—	—	—	—	—	—
e min		26.75	29.56	32.95	37.29	39.55	45.2	50.85	55.37	60.79
s	max	24	27	30	34	36	41	46	50	55
	min	23.67	26.16	29.16	33	35	40	45	49	53.8
m max		14.8	15.8	18	19.4	21.5	23.8	25.6	28.7	31

（续）

螺纹规格（6H）	d	（M39）	M42	（M45）	M48	（M52）	M56	（M60）	M64
	$d\times P$	（M39×3）	M42×3	（M45×3）	M48×3	（M52×4）	M56×4	（M60×4）	M64×4
		—	—	—	—	—	—	—	—
e min		66.44	72.02	76.95	83.6	88.25	93.56	99.21	104.86
s	max	60	65	70	75	80	85	90	95
	min	58.8	63.1	68.1	73.1	78.1	82.8	87.8	92.8
m max		33.4	34	36	38	42	45	48	51

注：1. 括号内为非优选的规格。

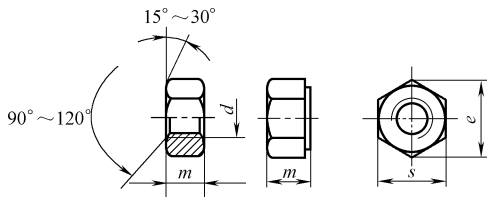
2. 表面处理：钢——不经处理、镀锌钝化、氧化；不锈钢和非铁金属——简单处理。

3. 性能等级：

螺纹规格 d	M1.6～M2.5	M3～M24	（M27）～（M39）	M42～M64
钢	按协议	6级、8级、10级	6级、8级、10级	按协议
不锈钢	A2-70	A4-70	A2-50、A4-50	按协议
非铁金属	CU2、CU3、AL4			

20. A级和B级粗牙、细牙Ⅱ型六角螺母（见表1-92）

表1-92 A级和B级粗牙（GB/T 6175—2000）、细牙（GB/T 6176—2000）Ⅱ型六角螺母 （单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M16、性能等级为9级、表面氧化、A级2型六角螺母的标记为：

螺母 GB/T 6175 M16

螺纹规格（6H）	d	M5	M6	M8	M10	M12	（M14）	M16	—
	$d\times P$	—	—	M8×1	M10×1	M12×1.5	（M14×1.5）	M16×1.5	（M18×1.5）
		—	—	—	（M10×1.25）	（M12×1.25）	—	—	—
e min		8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	23.35	26.75	29.56
s	max	8	10	13	16	18	21	24	27.00
	min	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67	26.16
m max		5.1	5.7	7.5	9.3	12	14.1	16.4	17.6
性能等级	GB/T6175—2000	9、12							
	GB/T 6176—2000	8、12							10
表面处理	钢	1）氧化 2）镀锌钝化							

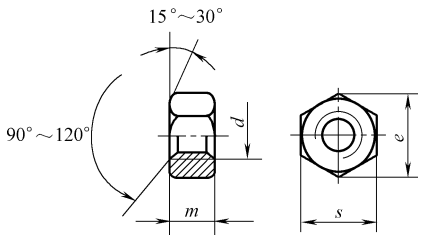
（续）

螺纹规格（6H）	d	M20	—	M24	—	M30	—	M36
	$d \times P$	（M20 ×2）	（M22 ×1.5）	M24 ×2	（M27 ×2）	M30 ×2	（M33 ×2）	M36 ×3
		M20 ×1.5	—	—	—	—	—	—
e min		32.95	37.29	39.55	45.2	50.85	55.37	60.79
s	max	30	34	36	41	46	50	55
	min	29.16	33	35	42	45	49	53.8
m max		20.3	21.8	23.9	26.7	28.6	32.5	34.7
性能等级	GB/T 6175—2000	9、12						
	GB/T 6176—2000	10						
表面处理	钢	1）氧化　2）镀锌钝化						

注：括号内为非优选的螺纹规格。

21. A 级和 B 级粗牙、细牙六角薄螺母（见表 1-93）

表 1-93　A 级和 B 级粗牙（GB/T 6172.1—2000）、细牙（GB/T 6173—2000）六角薄螺母　　（单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M12、性能等级为 04 级、不经表面处理、A 级六角薄螺母的标记为：

螺母　GB/T 6172.1　M12

螺纹规格（6H）	d	M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	（M14）	M16
	$d \times P$	—	—	—	—	—	—	—	M8 ×1	M10 ×1	M12 ×1.5	（M14 ×1.5）	M16 ×1.5
		—	—	—	—	—	—	—	—	（M10 ×1.25）	（M12 ×1.25）	—	—
e min		3.41	4.32	5.45	6.01	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	23.35	26.75
s	max	3.2	4	5	5.5	7	8	10	13	16	18	21	24
	min	3.02	3.82	4.82	5.32	6.78	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67
m max		1	1.2	1.6	1.8	2.2	2.7	3.2	4	5	6	7	8

（续）

螺纹规格（6H）	d	（M18）	M20	（M22）	M24	（M27）	M30	（M33）	M36
	$d\times P$	（M18×1.5）	（M20×2）	（M22×1.5）	M24×2	（M27×2）	M30×2	（M33×2）	M36×3
		—	M20×1.5	—	—	—	—	—	—
e min		29.56	32.95	37.29	39.55	45.2	50.85	55.37	60.79
s	max	27	30	34	36	41	46	50	55
	min	26.16	29.16	33	35	40	45	49	53.8
m max		9	10	11	12	13.5	15	16.5	18

螺纹规格（6H）	d	（M39）	M42	（M45）	M48	（M52）	M56	（M60）	M64
	$d\times P$	（M39×3）	M42×3	（M45×3）	M48×3	（M52×4）	M56×4	（M60×4）	M64×4
		—	—	—	—	—	—	—	—
e min		66.44	72.02	76.95	83.6	88.25	93.56	99.21	104.86
s	max	60	65	70	75	80	85	90	95
	min	58.8	63.1	68.1	73.1	78.1	82.8	87.8	92.9
m max		19.5	21	22.5	24	26	28	30	32

注：1. 括号内为非优选的螺纹规格。

2. 表面处理：钢——不经处理、镀锌钝化、氧化；不锈钢——不经处理。

3. 性能等级：

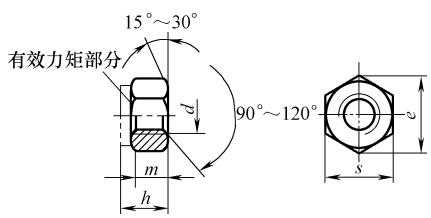
螺纹规格 d	M1.6～M2.5	M3～M24	（M27）～（M39）	M42～M64
钢	按协议	04级、05级		按协议
不锈钢	A2-035、A4-035		A2-025、A4-025	按协议
非铁金属	CU2、CU3、AL4			

22. A级和B级1型非金属嵌件六角锁紧螺母、A级和B级1型非金属嵌件六角锁紧螺母细牙（见表1-94）

表1-94 A级和B级1型非金属嵌件六角锁紧螺母（摘自GB/T 889.1—2000）

A级和B级1型非金属嵌件六角锁紧螺母细牙（摘自GB/T 889.2—2000）

（单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M12、性能等级为8级、表面氧化、A级1型非金属嵌件六角锁紧螺母的标记为：

螺母 GB/T 889.1 M12

（续）

螺纹规格（6H）	d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	（M14）	M16	M20	M24	M30	M36
	$d\times P$	—	—	—	—	M8×1	M10×1 M10×1.25	M12×1.25 M12×1.5	（M14×1.5）	M16×1.5	M20×1.5	M24×2	M30×2	M36×3
e min		6.01	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.02	23.36	26.75	32.95	39.55	50.85	60.79
s	max	5.5	7	8	10	13	16	18	21	24	30	36	46	55
	min	5.32	6.78	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67	29.16	35	45	53.8
h max		4.5	6	6.8	8	9.5	11.9	14.9	17	19.1	22.8	27.1	32.6	38.9
m min		2.15	2.9	4.4	4.9	6.44	8.04	10.37	12.1	14.1	16.9	20.2	24.3	29.4
性能等级	钢	5 级、8 级、10 级												
表面处理	钢	1）不经处理　2）镀锌钝化												

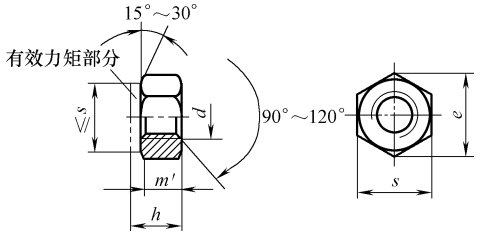
注：1. 尽可能不采用括号内的规格。

2. A 级用于 $d\leqslant 16$mm，B 级用于 $d>16$mm 的螺母。

23. A 级和 B 级 2 型非金属嵌件六角锁紧螺母（见表 1-95）

表 1-95　A 级和 B 级 2 型非金属嵌件六角锁紧螺母（摘自 GB/T 6182—2000）

（单位：mm）



标记示例：

螺纹规格 d = M12、性能等级为 9 级、表面氧化、A 级 2 型全金属嵌件六角锁紧螺母的标记为：

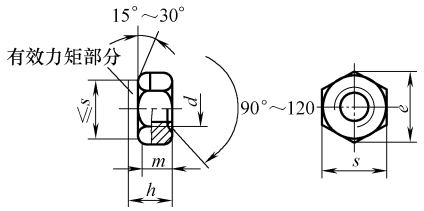
螺母　GB/T 6182　M12

螺纹规格（6H）d		M5	M6	M8	M10	M12	（M14）	M16	M20	M24	M30	M36
e min		8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	23.35	26.75	32.95	39.55	50.85	60.79
s	max	8	10	13	16	18	21	24	30	36	46	55
	min	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67	29.16	35	45	53.8
h max		7.2	8.5	10.2	12.8	16.1	18.3	20.7	25.1	29.5	35.6	42.6
m min		4.8	5.4	7.14	8.94	11.57	13.4	15.7	19	22.6	27.3	33.1
性能等级	钢	9 级、12 级										
表面处理	钢	1）氧化　2）镀锌钝化										

注：尽可能不采用括号内的规格。

24. A级和B级1型全金属六角锁紧螺母（见表1-96）

表1-96 A级和B级1型全金属六角锁紧螺母（摘自 GB/T 6184—2000）



标记示例：

螺纹规格 d = M12、性能等级为8级、表面氧化、A级1型全金属六角锁紧螺母的标记为：

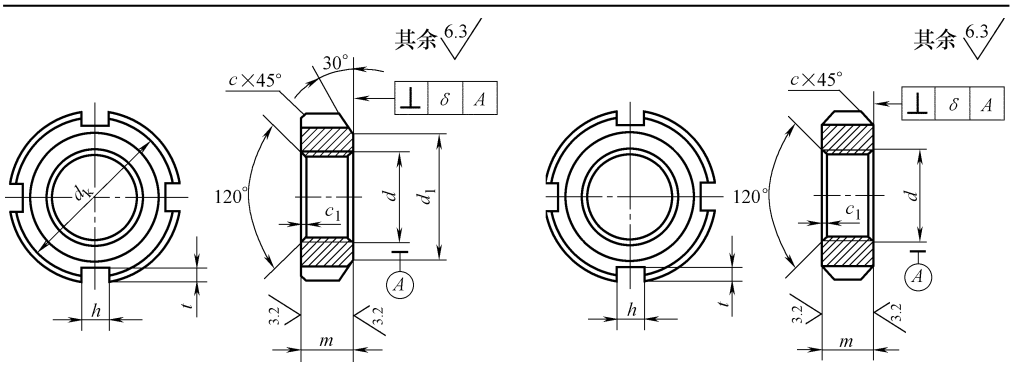
螺母 GB/T 6184 M12

螺纹规格（6H）d		M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	M30	M36
e min		8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	23.36	26.75	29.56	32.95	37.29	39.55	50.85	60.79
s	max	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	46	55
	min	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67	26.16	29.16	33	35	45	53.8
h	max	5.3	5.9	7.1	9	11.6	13.2	15.2	17	19	21	23	26.9	32.5
	min	4.8	5.4	6.44	8.04	10.37	12.1	14.1	15.01	16.9	18.1	20.2	24.3	29.4
m min		3.52	3.92	5.15	6.43	8.3	9.68	11.28	12.08	13.52	14.5	16.16	19.44	23.52
性能等级	钢	5级、8级、10级												
表面处理	钢	1）氧化 2）镀锌钝化												

注：尽可能不采用括号内的规格。

25. 圆螺母（见表1-97）

表1-97 圆螺母（GB/T 812—2000）



$d \leqslant$ M100×2，槽数 n = 4　　$d \geqslant$ M105×2，槽数 n = 6

标记示例：

螺纹规格 d = M16×1.5，材料为45钢、槽或全部热处理后，硬度35～45HRC，表面氧化的圆螺母和小圆螺母标记为：

螺母 GB/T 812 M16×1.5　螺母 GB/T 810 M16×1.5

（续）

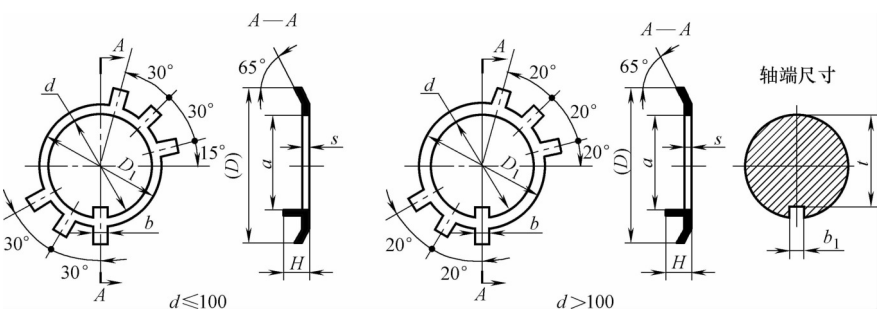
螺纹规格 $d\times P$	d_k	d_1	m	h max	h min	t max	t min	c	c_1	螺纹规格 $d\times P$	d_k	d_1	m	h max	h min	t max	t min	c	c_1
M10×1	22	16	8	4.3	4	2.6	2	0.5	0.5	M42×1.5	62	53	10	6.3	6	3.6	3	1.5	0.5
M12×1.25	25	19								M45×1.5	68	59							
M14×1.5	28	20								M48×1.5	72	61	12	8.36	8	4.25	3.5		
M16×1.5	30	22		5.3	5	3.1	2.5			M50×1.5①									
M18×1.5	32	24								M52×1.5	78	67							
M20×1.5	35	27								M55×2①									
M22×1.5	38	30	10					1		M56×2	85	74							1
M24×1.5	42	34							0.5	M60×2	90	79							
M25×1.5①										M64×2	95	84							
M27×1.5	45	37								M65×2①									
M30×1.5	48	40								M68×2	100	88							
M33×1.5	52	43		6.3	6.3	6	3.6			M72×2	105	93		10.36	10	4.75	4		
M35×1.5①										M75×2①									
M36×1.5	55	46						1.5		M76×2	110	98							
M39×1.5	58	49								M80×2	115	103							
M40×1.5①										M85×2	120	108							

技术条件	材料	螺纹公差	热处理	表面处理
	45	6H	1）槽或全部热处理后的硬度为35～45HRC 2）调质后硬度为24～30HRC	氧化

① 仅用于滚动轴承锁紧装置。

26. 圆螺母用止动垫圈（见表1-98）

表1-98　圆螺母用止动垫圈（GB/T 858—1988）　　（单位：mm）



标记示例：螺纹规格为M16，材料为Q235-A，经表面退火、氧化处理的圆螺母用止动垫圈，标记为：

垫圈 GB858 16

（续）

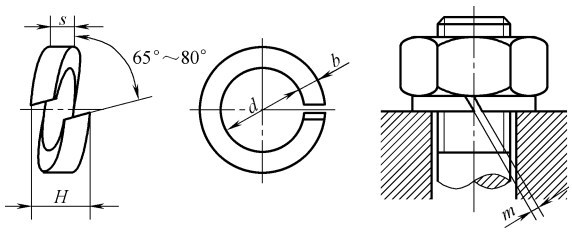
规格(螺纹大径)	d	D(参考)	D_1	s	b	a	H	轴端	
								b_1	t
M10	10.5	25	16	1	3.8	8	3	4	7
M12	12.5	28	19			9			8
M14	14.5	32	20			11			10
M16	16.5	34	22	1	4.8	13	3	5	12
M18	18.5	35	24			15	4		14
M20	20.5	38	27			17			16
M22	22.5	42	30			19			18
M24	24.5	45	34			21			20
M25	25.5					22			—
M27	27.5	48	37			24	5		23
M30	30.5	52	40			27			26
M33	33.5	56	43	1.5	5.7	30		6	29
M35	35.5					32			—
M36	36.5	60	46			33			32
M39	39.5	62	49			36			35
M40	40.5					37			—
M42	42.5	66	53			39			38
M45	45.5	72	59			42			41
M48	48.5	76	61		7.7	45		8	44
M50	50.5					47			—
M52	52.5	82	67	1.5	7.7	49	6	8	48
M55	56					52			—
M56	57	90	74			53			52
M60	61	94	79			57			56
M64	65	100	84			61			60
M65	66					62			—
M68	69	105	88		9.6	65		10	64
M72	73	110	93			69	7		68
M75	76					71			—
M76	77	115	98			72			70
M80	81	120	103			76			74

（续）

规格(螺纹大径)	d	D(参考)	D_1	s	b	a	H	轴端	
								b_1	t
M85	86	125	108	1.5	9.6	81		10	79
M90	91	130	112			86			84
M95	96	135	117		11.6	91		12	89
M100	101	140	122			96			94
M105	106	145	127	2		101	7		99
M110	111	156	135			106			104
M115	116	160	140		13.5	111		14	109
M120	121	166	145			116			114
M125	126	170	150			121			119

27. 标准型弹簧垫圈（见表 1-99）

表 1-99　标准型弹簧垫圈（GB/T 859—1987）　　（单位：mm）



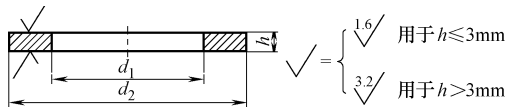
标记示例：螺纹规格为 16mm、材料为 65Mn、表面氧化的标准型（或轻型）弹簧垫圈的标记为：
垫圈 GB859 M16

规格(螺纹大径)			M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M(14)	M16
GB/T 93—1987	s(b)	公称	0.8	1.1	1.3	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1
	H	min	1.6	2.2	2.6	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2
		max	2	2.75	3.25	4	5.25	6.5	7.75	9	10.25
	m	≤	0.4	0.55	0.65	0.8	1.05	1.3	1.55	1.8	2.05

规格(螺纹大径)			M(18)	M20	M(22)	M24	M(27)	M30	M(33)	M36
GB/T 859—1987	$s(b)$	公称	4.5	5.0	5.5	6.0	6.8	7.5	8.5	9
	H	min	9	10	11	12	13.6	15	17	18
		max	11.25	12.5	13.75	15	17	18.75	21.25	22.5
	m	≤	2.25	2.5	2.75	3	3.4	3.75	4.25	4.5

28. 小垫圈 A 级（见表 1-100）

表 1-100 小垫圈 A 级（GB/T 848—2002） （单位：mm）



标记示例

小系列、公称规格 8mm、由钢制造、硬度为 200HV、不经表面处理、产品等级为 A 级的平垫圈的标记为：

垫圈 GB/T 848 8

小系列、公称规格 8mm、由 A2 组不锈钢制造、硬度为 200HV、不经表面处理、产品等级为 A 级的平垫圈的标记为：

垫圈 GB/T 848 8 A2

优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M1.6	1.7	1.84	3.5	3.2	0.3	0.35	0.25
M2	2.2	2.34	4.5	4.2	0.3	0.35	0.25
M2.5	2.7	2.84	5	4.7	0.5	0.55	0.45
M3	3.2	3.38	6	5.7	0.5	0.55	0.45
M4	4.3	4.48	8	7.64	0.5	0.55	0.45
M5	5.3	5.48	9	8.64	1	1.1	0.9
M6	6.4	6.62	11	10.57	1.6	1.8	1.4
M8	8.4	8.62	15	14.57	1.6	1.8	1.4
M10	10.5	10.77	18	17.57	1.6	1.8	1.4
M12	13	13.27	20	19.48	2	2.2	1.8
M16	17	17.27	28	27.48	2.5	2.7	2.3
M20	21	21.33	34	33.38	3	3.3	2.7
M24	25	25.33	39	38.38	4	4.3	3.7
M30	31	31.39	50	49.38	4	4.3	3.7
M36	37	37.62	60	58.8	5	5.6	4.4

（续）

非优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M3.5	3.7	3.88	7	6.64	0.5	0.55	0.45
M14	15	15.27	24	23.48	2.5	2.7	2.3
M18	19	19.33	30	29.48	3	3.3	2.7
M22	23	23.33	37	36.38	3	3.3	2.7
M27	28	28.33	44	43.38	4	4.3	3.7
M33	34	34.62	56	54.8	5	5.6	4.4

技术条件和引用标准

材料①	种类	钢		不锈钢
	组别②	—		A2、F1、C1、A4、C4
	标准	—		GB/T 3098.6—2000
力学性能	硬度等级	200HV	300HV③	200HV
	硬度范围④	200～300HV	300～370HV	200～300HV
公差	产品等级	A		
	标准	GB/T 3103.3—2000		
表面处理		不经表面处理，即垫圈应是本色的并涂有防锈油或按供需双方协议的涂层 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002 非电解锌片涂层技术要求按 GB/T 5267.2—2002 对淬火并回火的垫圈应采用适当的涂或镀工艺，以避免氢脆。当电镀或磷化处理垫圈时，应在电镀或涂层后立即进行适当处理，以驱除有害的氢脆 所有公差适用于涂或镀前尺寸		不经表面处理，即垫圈应是本色的
表面缺陷		零件不允许有不规则的或有害的缺陷。垫圈表面不得有突出的毛刺		
验收及包装		GB/T 90.1—2002、GB/T 90.2—2002		

① 其他金属材料需经供需双方协议。

② 仅与化学成分有关。

③ 淬火并回火。

④ 硬度试验按 GB/T 4340.1—2009 规定：

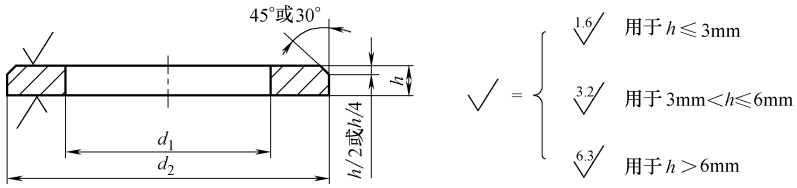
试验力：2HV 用于公称厚度 $h \leqslant 0.6$mm；

10HV 用于公称厚度 0.6mm $< h \leqslant$ 1.2mm；

30HV 用于公称厚度 $h >$ 1.2mm。

29. 平垫圈倒角型A级（见表1-101）

表1-101 平垫圈倒角型A级（GB/T 97.2—2002） （单位：mm）



标记示例

标准系列、公称规格8mm、由钢制造、硬度为200HV、不经表面处理、产品等级为A级、倒角型平垫圈的标记为：

垫圈 GB/T 97.2 8

标准系列、公称规格8mm，由A2组不锈钢制造、硬度为200HV、不经表面处理、产品等级为A级、倒角型平垫圈的标记为：

垫圈 GB/T 97.2 8 A2

优选尺寸							
公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M5	5.3	5.48	10	9.64	1	1.1	0.9
M6	6.4	6.62	12	11.57	1.6	1.8	1.4
M8	8.4	8.62	16	15.57	1.6	1.8	1.4
M10	10.5	10.77	20	19.48	2	2.2	1.8
M12	13	13.27	24	23.48	2.5	2.7	2.3
M16	17	17.27	30	29.48	3	3.3	2.7
M20	21	21.33	37	36.38	3	3.3	2.7
M24	25	25.33	44	43.38	4	4.3	3.7
M30	31	31.39	56	55.26	4	4.3	3.7

（续）

优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M36	37	37.62	66	61.8	5	5.6	4.4
M42	45	45.62	78	76.8	8	9	7
M48	52	52.74	92	90.6	8	9	7
M56	62	62.74	105	103.6	10	11	9
M64	70	70.74	115	113.6	10	11	9

非优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M14	15	15.27	28	27.48	2.5	2.7	2.3
M18	19	19.33	34	33.38	3	3.3	2.7
M22	23	23.33	39	38.38	3	3.3	2.7
M27	28	28.33	50	49.38	4	4.3	3.7
M33	34	34.62	60	58.8	5	5.6	4.4
M39	42	42.62	72	70.8	6	6.6	5.4
M45	48	48.62	85	83.6	8	9	7
M52	56	56.74	98	96.6	8	9	7
M60	66	66.74	110	108.6	10	11	9

技术条件和引用标准

材料①	种类	钢		不锈钢
	组别②	—		A2、F1、C1、A4、C4
	标准	—		GB/T 3098.6—2000
力学性能	硬度等级	200HV	300HV③	200HV
	硬度范围④	200～300HV	300～370HV	200～300HV
公差	产品等级	A		
	标准	GB/T 3103.3—2000		

（续）

技术条件和引用标准		
表面处理	不经表面处理，即垫圈应是本色的并涂有防锈油或按供需双方协议的涂层 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002 非电解锌片涂层技术要求按 GB/T 5267.2—2002 对淬火并回火的垫圈应采用适当的涂或镀工艺，以避免氢脆。当电镀或磷化处理垫圈时，应在电镀或涂层后立即进行适当处理，以驱除有害的氢脆 所有公差适用于涂或镀前尺寸	不经表面处理，即垫圈应是本色的
表面缺陷	零件不允许有不规则的或有害的缺陷。垫圈表面不得有突出的毛刺	
验收及包装	GB/T 90.1—2002、GB/T 90.2—2002	

① 其他金属材料需经供需双方协议。

② 仅与化学成分有关。

③ 淬火并回火。

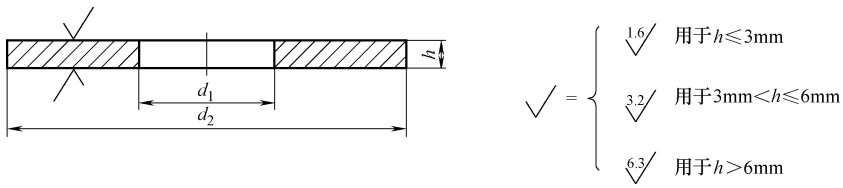
④ 硬度试验按 GB/T 4340.1—2009 规定：

试验力：10HV 用于公称厚度 $h \leqslant 1.2$mm；

30HV 用于公称厚度 $h > 1.2$mm。

30. 平垫圈 A 级（见表 1-102）

表 1-102 平垫圈 A 级（GB/T 97.1—2002） （单位：mm）



标记示例

标准系列、公称规格 8mm、由钢制造、硬度为 200HV、不经表面处理、产品等级为 A 级的平垫圈的标记为：

垫圈 GB/T 97.1 8

标准系列、公称规格 8mm，由 A2 组不锈钢制造、硬度为 200HV、不经表面处理、产品等级为 A 级的平垫圈的标记为：

垫圈 GB/T 97.1 8 A2

（续）

优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M1.6	1.7	1.84	4	3.7	0.3	0.35	0.25
M2	2.2	2.34	5	4.7	0.3	0.35	0.25
M2.5	2.7	2.84	6	5.7	0.5	0.55	0.45
M3	3.2	3.38	7	6.64	0.5	0.55	0.45
M4	4.3	4.48	9	8.64	0.8	0.9	0.7
M5	5.3	5.48	10	9.64	1	1.1	0.9
M6	6.4	6.62	12	11.57	1.6	1.8	1.4
M8	8.4	8.62	16	15.57	1.6	1.8	1.4
M10	10.5	10.77	20	19.48	2	2.2	1.8
M12	13	13.27	24	23.48	2.5	2.7	2.3
M16	17	17.27	30	29.48	3	3.3	2.7
M20	21	21.33	37	36.38	3	3.3	2.7
M24	25	25.33	44	43.38	4	4.3	3.7
M30	31	31.39	56	55.26	4	4.3	3.7
M36	37	37.62	66	64.8	5	5.6	4.4
M42	45	45.62	78	76.8	8	9	7
M48	52	52.74	92	90.6	8	9	7
M56	62	62.74	105	103.6	10	11	9
M64	70	70.74	115	113.6	10	11	9

非优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M14	15	15.27	28	27.48	2.5	2.7	2.3
M18	19	19.33	34	33.38	3	3.3	2.7
M22	23	23.33	39	38.38	3	3.3	2.7
M27	28	28.33	50	49.38	4	4.3	3.7
M33	34	34.62	60	58.8	5	5.6	4.4
M39	42	42.62	72	70.8	6	6.6	5.4
M45	48	48.62	85	83.6	8	9	7
M52	56	56.74	98	96.6	8	9	7
M60	66	66.74	110	108.6	10	11	9

（续）

技术条件和引用标准				
材料①	种类	钢		不锈钢
	组别②	—		A2、F1、C1、A4、C4
	标准	—		GB/T 3098.6—2000
力学性能	硬度等级	200HV	300HV③	200HV
	硬度范围④	200～300HV	300～370HV	200～300HV
公差	产品等级	A		
	标准	GB/T 3103.3—2000		
表面处理		不经表面处理，即垫圈应是本色的并涂有防锈油或按供需双方协议的涂层 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002 非电解锌片涂层技术要求按 GB/T 5267.2—2002 对淬火并回火的垫圈应采用适当的涂或镀工艺，以避免氢脆。当电镀或磷化处理垫圈时，应在电镀或涂层后立即进行适当处理，以驱除有害的氢脆 所有公差适用于涂或镀前尺寸		不经表面处理，即垫圈应是本色的
表面缺陷		零件不允许有不规则的或有害的缺陷。垫圈表面不得有突出的毛刺		
验收及包装		GB/T 90.1—2002、GB/T 90.2—2002		

① 其他金属材料需经供需双方协议。

② 仅与化学成分有关。

③ 淬火并回火。

④ 硬度试验按 GB/T 4340.1—2009 规定：

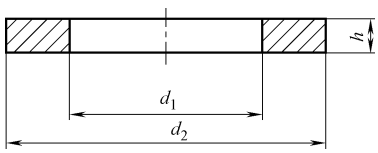
试验力：2HV 用于公称厚度 $h \leqslant 0.6$mm；

10HV 用于公称厚度 0.6mm $< h \leqslant$ 1.2mm；

30HV 用于公称厚度 $h >$ 1.2mm。

31. 平垫圈 C 级（见表 1-103）

表 1-103 平垫圈 C 级（GB/T 95—2002） （单位：mm）



标记示例

标准系列、公称规格 8mm、硬度为 100HV、不经表面处理、产品等级为 C 级的平垫圈的标记为：

垫圈 GB/T 95 8

（续）

优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M1.6	1.8	2.05	4	3.25	0.3	0.4	0.2
M2	2.4	2.65	5	4.25	0.3	0.4	0.2
M2.5	2.9	3.15	6	5.25	0.5	0.6	0.4
M3	3.4	3.7	7	6.1	0.5	0.6	0.4
M4	4.5	4.8	9	8.1	0.8	1.0	0.6
M5	5.5	5.8	10	9.1	1	1.2	0.8
M6	6.6	6.96	12	10.9	1.6	1.9	1.3
M8	9	9.36	16	14.9	1.6	1.9	1.3
M10	11	11.43	20	18.7	2	2.3	1.7
M12	13.5	13.93	24	22.7	2.5	2.8	2.2
M16	17.5	17.93	30	28.7	3	3.6	2.4
M20	22	22.52	37	35.4	3	3.6	2.4
M24	26	26.52	44	42.4	4	4.6	3.4
M30	33	33.62	56	54.1	4	4.6	3.4
M36	39	40	66	64.1	5	6	4
M42	45	46	78	76.1	8	9.2	6.8
M48	52	53.2	92	89.8	8	9.2	6.8
M56	62	63.2	105	102.8	10	11.2	8.8
M64	70	71.2	115	112.8	10	11.2	8.8

非优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M3.5	3.9	4.2	8	7.1	0.5	0.6	0.4
M14	15.5	15.93	28	26.7	2.5	2.8	2.2
M18	20	20.43	34	32.4	3	3.6	2.4
M22	24	24.52	39	37.4	3	3.6	2.4
M27	30	30.52	50	48.4	4	4.6	3.4
M33	36	37	60	58.1	5	6	4
M39	42	43	72	70.1	6	7	5
M45	48	49	85	82.8	8	9.2	6.8
M52	56	57.2	98	95.8	8	9.2	6.8
M60	66	67.2	110	107.8	10	11.2	8.8

（续）

技术条件和引用标准		
材料①		钢
力学性能	硬度等级	100HV
	硬度范围②	100～200HV
公差	产品等级	C
	标准	GB/T 3103.3—2000
表面处理		不经表面处理，即垫圈应是本色的并涂有防锈油或按供需双方协议的涂层 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002 非电解锌片涂层技术要求按 GB/T 5267.2—2002 所有公差适用于涂或镀前尺寸
表面缺陷		零件不允许有不规则的或有害的缺陷，垫圈表面不得有突出的毛刺
验收及包装		GB/T 90.1—2002 GB/T 90.2—2002

① 经供需双方协议的其他金属材料。

② 硬度试验按 GB/T 4340.1—2009 规定：

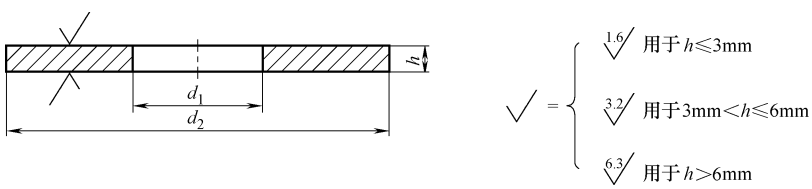
试验力：2HV 用于公称厚度 $h \leqslant 0.6$mm；

10HV 用于公称厚度 0.6mm $< h \leqslant 1.2$mm；

30HV 用于公称厚度 $h > 1.2$mm。

32. 大垫圈 A 级（见表 1-104）

表 1-104 大垫圈 A 级（GB/T 96.1—2002） （单位：mm）



标记示例

大系列、公称规格 8mm、由钢制造、硬度为 200HV、不经表面处理、产品等级为 A 级的平垫圈的标记为：

垫圈 GB/T 96.1 8

大系列、公称规格 8mm，由 A2 组不锈钢制造的硬度等级为 200HV 级、不经表面处理、产品等级为 A 级的平垫圈的标记为：

垫圈 GB/T 96.1 8 A2

（续）

优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M3	3.2	3.38	9	8.64	0.8	0.9	0.7
M4	4.3	4.48	12	11.57	1	1.1	0.9
M5	5.3	5.48	15	14.57	1	1.1	0.9
M6	6.4	6.62	18	17.57	1.6	1.8	1.4
M8	8.4	8.62	24	23.48	2	2.2	1.8
M10	10.5	10.77	30	29.48	2.5	2.7	2.3
M12	13	13.27	37	36.38	3	3.3	2.7
M16	17	17.27	50	49.38	3	3.3	2.7
M20	21	21.33	60	59.26	4	4.3	3.7
M24	25	25.52	72	70.8	5	5.6	4.4
M30	33	33.62	92	90.6	6	6.6	5.4
M36	39	39.62	110	108.6	8	9	7

非优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M3.5	3.7	3.88	11	10.57	0.8	0.9	0.7
M14	15	15.27	44	43.38	3	3.3	2.7
M18	19	19.33	56	55.26	4	4.3	3.7
M22	23	23.52	66	64.8	5	5.6	4.4
M27	30	30.52	85	83.6	6	6.6	5.4
M33	36	36.62	105	103.6	6	6.6	5.4

技术条件和引用标准

材料①	种类	钢		不锈钢
	组别②	—		A2、F1、C1、A4、C4
	标准	—		GB/T 3098.6—2000
力学性能	硬度等级	200HV	300HV③	200HV
	硬度范围④	200～300HV	300～370HV	200～300HV
公差	产品等级	A		
	标准	GB/T 3103.3—2000		

（续）

技术条件和引用标准		
表面处理	不经表面处理，即垫圈应是本色的并涂有防锈油或按供需双方协议的涂层 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002 非电解锌片涂层技术要求按 GB/T 5267.2—2002 对淬火并回火的垫圈应采用适当的涂或镀工艺，以避免氢脆。当电镀或磷化处理垫圈时，应在电镀或涂层后立即进行适当处理，以驱除有害的氢脆 所有公差适用于涂或镀前尺寸	不经表面处理，即垫圈应是本色的
表面缺陷	零件不允许有不规则的或有害的缺陷。垫圈表面不得有突出的毛刺	
验收及包装	GB/T 90.1—2002、GB/T 90.2—2002	

① 其他金属材料需经供需双方协议。

② 仅与化学成分有关。

③ 淬火并回火。

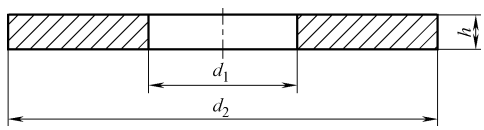
④ 硬度试验按 GB/T 4340.1—2009 规定：

试验力：10HV 用于公称厚度 0.6mm < h ≤ 1.2mm；

30HV 用于公称厚度 h > 1.2mm。

33. 大垫圈 C 级（见表 1-105）

表 1-105 大垫圈 C 级（GB/T 96.2—2002） （单位：mm）



标记示例

大系列、公称规格 8mm、由钢制造、硬度为 100HV、不经表面处理、产品等级为 C 级的平垫圈的标记为：

垫圈 GB/T 96.2 8

优选尺寸							
公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M3	3.4	3.7	9	8.1	0.8	1.0	0.6
M4	4.5	4.8	12	10.9	1	1.2	0.8
M5	5.5	5.8	15	13.9	1	1.2	0.8

（续）

优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M6	6.6	6.96	18	16.9	1.6	1.9	1.3
M8	9	9.36	24	22.7	2	2.3	1.7
M10	11	11.43	30	28.7	2.5	2.8	2.2
M12	13.5	13.93	37	35.4	3	3.6	2.4
M16	17.5	17.93	50	48.4	3	3.6	2.4
M20	22	22.52	60	58.1	4	4.6	3.4
M24	26	26.84	72	70.1	5	6	4
M30	33	34	92	89.8	6	7	5
M36	39	40	110	107.8	8	9.2	6.8

非优选尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M3.5	3.9	4.2	11	9.9	0.8	1.0	0.6
M14	15.5	15.93	44	42.4	3	3.6	2.4
M18	20	20.43	56	54.9	4	4.6	3.4
M22	24	24.84	66	64.9	5	6	4
M27	30	30.84	85	82.8	6	7	5
M33	36	37	105	102.8	6	7	5

技术条件和引用标准

材料①		钢
力学性能	硬度等级	100HV
	硬度范围②	100～200HV
公差	产品等级	C
	标准	GB/T 3103.3—2000
表面处理		不经表面处理，即垫圈应是本色的并涂有防锈油或按供需双方协议的涂层。 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002 非电解锌片涂层技术要求按 GB/T 5267.2—2002 所有公差适用于涂或镀前尺寸
表面缺陷		零件不允许有不规则的或有害的缺陷，垫圈表面不得有突出的毛刺
验收及包装		GB/T 90.1—2002　GB/T 90.2—2002

① 其他金属材料需经供需双方协议。

② 硬度试验按 GB/T 4340.1—2009 规定：

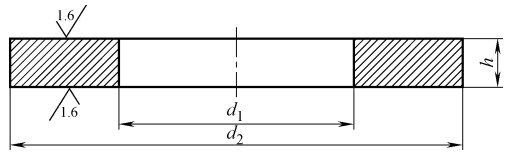
试验力：10HV 用于公称厚度 $0.6\text{mm} < h \leqslant 1.2\text{mm}$；

30HV 用于公称厚度 $h > 1.2\text{mm}$。

34. 平垫圈用于螺钉和垫圈组合件（见表1-106）

表1-106 平垫圈用于螺钉和垫圈组合件（GB/T 97.4—2002）

（单位：mm）



分为三种规格：

1. S形垫圈（小系列）
2. N形垫圈（标准系列）
3. L形垫圈（大系列）

标记示例

N形（标准系列）、公称规格8mm、由钢制造、硬度为200HV、不经表面处理、产品等级为A级、螺钉和垫圈组合件用平垫圈的标记为：

垫圈 GB/T 97.4 8

S形垫圈(小系列)尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称(min)	max	公称(max)	min	公称	max	min
M2	1.75	1.85	4.5	4.2	0.6	0.65	0.55
M2.5	2.25	2.35	5	4.7	0.6	0.65	0.55
M3	2.75	2.85	6	5.7	0.6	0.65	0.55
M3.5	3.2	3.32	7	6.64	0.8	0.85	0.75
M4	3.6	3.72	8	7.64	0.8	0.85	0.75
M5	4.55	4.67	9	8.64	1	1.06	0.94
M6	5.5	5.62	11	10.57	1.6	1.68	1.52
M8	7.4	7.55	15	14.57	1.6	1.68	1.52
M10	9.3	9.52	18	17.57	2	2.09	1.91
M12	11	11.27	20	19.48	2	2.09	1.91

（续）

N 形垫圈（标准系列）尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称（min）	max	公称（max）	min	公称	max	min
M2	1.75	1.85	5	4.7	0.6	0.65	0.55
M2.5	2.25	2.35	6	5.7	0.6	0.65	0.55
M3	2.75	2.85	7	6.64	0.6	0.65	0.55
M3.5	3.2	3.32	8	7.64	0.8	0.85	0.75
M4	3.6	3.72	9	8.64	0.8	0.85	0.75
M5	4.55	4.67	10	9.64	1	1.06	0.94
M6	5.5	5.62	12	11.57	1.6	1.68	1.52
M8	7.4	7.55	16	15.57	1.6	1.68	1.52
M10	9.3	9.52	20	19.48	2	2.09	1.91
M12	11	11.27	24	23.48	2.5	2.6	2.4

L 形垫圈（大系列）尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称（min）	max	公称（max）	min	公称	max	min
M2	1.75	1.85	6	5.7	0.6	0.65	0.55
M2.5	2.25	2.35	8	7.64	0.6	0.65	0.55
M3	2.75	2.85	9	8.64	0.8	0.85	0.75
M3.5	3.2	3.32	11	10.57	0.8	0.85	0.75
M4	3.6	3.72	12	11.57	1	1.06	0.94
M5	4.55	4.67	15	14.57	1	1.06	0.94
M6	5.5	5.62	18	17.57	1.6	1.68	1.52
M8	7.4	7.55	24	23.48	2	2.09	1.91
M10	9.3	9.52	30	29.48	2.5	2.6	2.4
M12	11	11.27	37	36.38	3	3.11	2.89

技术条件和引用标准

材料①		钢	
力学性能	硬度等级	200HV	300HV
	硬度范围②	200～300HV	300～370HV
公差	产品等级	A③	
	标准	GB/T 3103.3—2000	

（续）

技术条件和引用标准	
表面处理	不经表面处理，即垫圈应是本色的并涂有防锈油或按供需双方协议的涂层 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002 所有公差适用于涂或镀前尺寸
表面缺陷	零件不允许有不规则的或有害的缺陷，垫圈表面不得有突出的毛刺
验收及包装	GB/T 90.1—2002　GB/T 90.2—2002

① 其他金属材料需经供需双方协议。

② 硬度试验按 GB/T 4340.1—2009 规定。

试验力：2HV 用于公称厚度 $h \leqslant 0.6$mm；

10HV 用于公称厚度 0.6mm $< h \leqslant 1.2$mm；

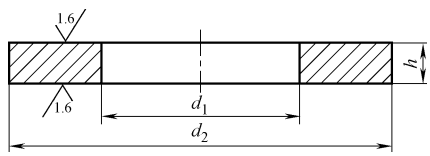
30HV 用于公称厚度 $h > 1.2$mm。

③ A 级不适用于内径 d_1 和厚度 h 的公差。

35. 平垫圈用于自攻螺钉和垫圈组合件（见表 1-107）

表 1-107　平垫圈用于自攻螺钉和垫圈组合件（GB/T 97.5—2002）

（单位：mm）



分为两种规格：

1. N 形垫圈（标准系列）

2. L 形垫圈（大系列）

标记示例

N 形（标准系列）、公称规格 4.2mm、由钢制造、硬度为 180HV、不经表面处理、产品等级为 A 级、自攻螺钉和垫圈组合件用平垫圈的标记为：

垫圈　GB/T 97.5　4.2

N 形垫圈（标准系列）尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称（min）	max	公称（max）	min	公称	max	min
M2.2	1.9	2	5	4.82	1	1.06	0.94
M2.9	2.5	2.6	7	6.64	1	1.06	0.94
M3.5	3	3.1	8	7.64	1	1.06	0.94
M4.2	3.55	3.67	9	8.64	1	1.06	0.94
M4.8	4	4.12	10	9.64	1	1.06	0.94
M5.5	4.7	4.82	12	11.57	1.6	1.68	1.52

（续）

N 形垫圈（标准系列）尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称（min）	max	公称（max）	min	公称	max	min
M6.3	5.4	5.52	14	13.57	1.6	1.68	1.52
M8	7.15	7.3	16	15.57	1.6	1.68	1.52
M9.5	8.8	8.95	20	19.48	2	2.09	1.91

L 形垫圈（大系列）尺寸

公称规格（螺纹大径 d）	内径 d_1		外径 d_2		厚度 h		
	公称（min）	max	公称（max）	min	公称	max	min
M2.2	1.9	2	7	6.64	1	1.06	0.94
M2.9	2.5	2.6	9	8.64	1	1.06	0.94
M3.5	3	3.1	11	10.57	1	1.06	0.94
M4.2	3.55	3.67	12	11.57	1	1.06	0.94
M4.8	4	4.12	15	14.57	1.6	1.68	1.52
M5.5	4.7	4.82	15	14.57	1.6	1.68	1.52
M6.3	5.4	5.52	18	17.57	1.6	1.68	1.52
M8	7.15	7.3	24	23.48	2	2.09	1.91
M9.5	8.8	8.95	30	29.48	2.5	2.59	2.41

技术条件和引用标准

材料①		钢②
力学性能③	硬度等级	180HV
	硬度范围④	180 ~ 300HV
公差	产品等级	A⑤
	标准	GB/T 3103.3—2000
表面处理		不经表面处理，即垫圈应是本色的并涂有防锈油或按供需双方协议的涂层 电镀技术要求按 GB/T 5267.1—2002 所有公差适用于涂或镀前尺寸
表面缺陷		零件不允许有不规则的或有害的缺陷，垫圈表面不得有突出的毛刺
验收及包装		GB/T 90.1—2002　GB/T 90.2—2002

① 其他金属材料需经供需双方协议。

② 含碳量（质量分数）不应超过 0.12%。

③ 力学性能仅作为交货条件。当对螺钉和垫圈组合件进行淬火并回火时，则可能改变。

④ 硬度试验按 GB/T 4340.1—2009 规定：

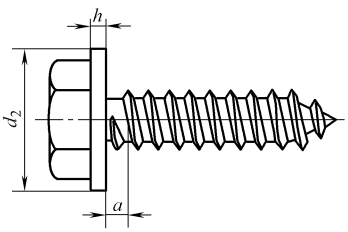
试验力：10HV 用于公称厚度 $h \leqslant 1.2$mm；

30HV 用于公称厚度 $h > 1.2$mm。

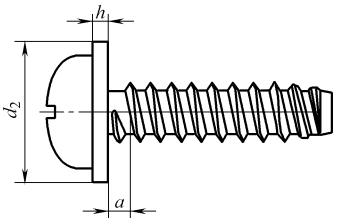
⑤ A 级不适用于内径 d_1 和厚度 h 的公差。

36. 自攻螺钉和平垫圈组合件（见表1-108）

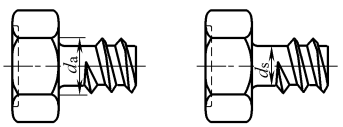
表1-108 自攻螺钉和平垫圈组合件（GB/T 9074.18—2002）（单位：mm）



a）锥端六角头自攻螺钉



b）平端盘头自攻螺钉



c）过渡圆直径d_a和杆径d_s

标记示例

六角头自攻螺钉和平垫圈组合件包括：一个GB/T 5285 ST4.2×16，锥端（C）六角头自攻螺钉（代号S1）和一个GB/T 97.5标准系列垫圈（代号N）的标记为：

自攻螺钉和平垫圈组合件 GB/T 9074.18 ST4.2×16 C Sl N

十字槽盘头自攻螺钉和平垫圈组合件包括：一个GB/T 845 ST4.2×16、锥端（C）、Z形十字槽盘头自攻螺钉（代号S2）和一个GB/T 97.5标准系列垫圈（代号N）的标记为：

自攻螺钉和垫圈组合件 GB/T 9074.18 ST4.2×16 C Z S2 N

尺寸规格						
螺纹规格	a[①] max	d_a max	平垫圈尺寸[②]			
			标准系列N形		大系列L形	
			h 公称	d_2 max	h 公称	d_2 max
ST2.2	0.8	2.1	1	5	1	7
ST2.9	1.1	2.8	1	7	1	9
ST3.5	1.3	3.3	1	8	1	11
ST4.2	1.4	4.03	1	9	1	12
ST4.8	1.6	4.54	1	10	1.6	15
ST5.5	1.8	5.22	1.6	12	1.6	15

（续）

尺寸规格						
螺纹规格	a① max	d_a max	平垫圈尺寸②			
			标准系列 N 形		大系列 L 形	
			h 公称	d_2 max	h 公称	d_2 max
ST6.3	1.8	5.93	1.6	14	1.6	18
ST8	2.1	7.76	1.6	16	2	24
ST9.5	2.1	9.43	2	20	2.5	30

① 尺寸 a，在垫圈与螺钉支承面或头下圆角接触后进行测量

② 摘自 GB/T 97.5—2002 的尺寸仅为信息

自攻螺钉代号		
标准编号及名称		代号
GB/T 5285—1985	六角头自攻螺钉	S1
GB/T 845—1985	十字槽盘头自攻螺钉	S2
GB/T 5282—1985	开槽盘头自攻螺钉	S3

垫圈型式的代号			
标准编号及名称		型式	代号
GB/T 97.5—2002	平垫圈　用于自攻螺钉和垫圈组合件	标准系列	N
		大系列	L

技术条件和引用标准

1. 组合件中，自攻螺钉的力学性能应符合 GB/T 3098.5—2000 的规定；组合件中，垫圈的硬度应为：90 ~ 320HV。

2. 维氏硬度试验按 GB/T 4340.1—2009 规定。

试验力：10HV 用于公称厚度 $h \leqslant 1.2$mm；

30HV 用于公称厚度 $h > 1.2$mm。

3. 为避免热处理影响垫圈的硬度，组合前应对垫圈采取适当的防护措施，如镀铜。

自攻螺钉和垫圈组合件的验收检查按 GB/T 90.1—2002 规定。

标记

自攻螺钉和垫圈组合件的标记应包括以下内容：

—对元件的描述；

—本国家标准编号；

—自攻螺钉的特性；

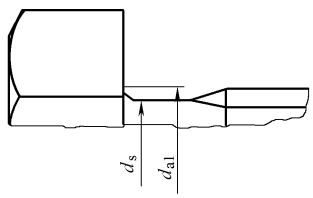
—自攻螺钉类型的代号；

—垫圈型式的代号。

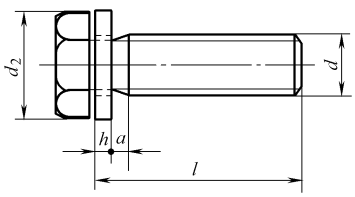
37. 螺栓或螺钉和平垫圈组合件（见表1-109）

表1-109 螺栓或螺钉和平垫圈组合件（GB/T 9074.1—2002 和 GB/T 9074.14—2002）

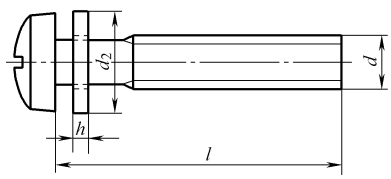
（单位：mm）



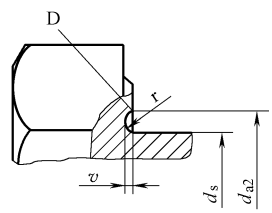
a) 过渡圆直径d_s和杆径d_{a1}



b) 螺纹制到垫圈处的螺栓



c) 带光杆的螺钉



d) 可替代使用的头下U型沉割槽

标记示例

六角头螺栓和平垫圈组合件包括：一个 GB/T 5783 M6×30 8.8 级螺栓（代号 S1）和一个 GB/T 97.4 标准系列垫圈（代号 N）的标记：

螺栓和垫圈组件 GB/T 9074.1 M6×30 8.8 Sl N

六角头螺栓和平垫圈组合件包括：一个头下带 U 形沉割槽的 GB/T 3783 M6×30 8.8 级螺栓（代号 Sl）和一个 GB/T 97.4 标准系列垫圈（代号 N）的标记：

螺栓和垫圈组件 GB/T 9074.1 M6×30 8.8 S U Sl N

（续）

尺寸规格

螺纹规格① d	a② max	d_{a1} max	平垫圈尺寸③					
			小系列 S 形		标准系列 N 形		大系列 L 形	
			h 公称	d_2 max	h 公称	d_2 max	h 公称	d_2 max
M2	$2P$④	2.4	0.6	4.5	0.6	5	0.6	6
M2.5		2.8	0.6	5	0.6	6	0.6	8
M3		3.3	0.6	6	0.6	7	0.8	9
(M3.5)		3.7	0.8	7	0.8	8	0.8	11
M4		4.3	0.8	8	0.8	9	1	12
M5		5.2	1	9	1	10	1	15
M6		6.2	1.6	11	1.6	12	1.6	18
M8		8.4	1.6	15	1.6	16	2	24
M10		10.2	2	18	2	20	2.5	30
M12		12.6	2	20	2.5	24	3	37

① 尽可能不采用括号内的规格。

② 从垫圈支承面到第一扣完整螺纹始端的最大距离，当用平面（即用未倒角的环规）测量时，垫圈应与螺钉支承面或头下圆角接触。

③ 摘自 GB/T 97.4—2002 的尺寸仅为信息。

④ P——螺距。

U 形尺寸

螺纹规格 d		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12
d_{a2} max		3.6	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2	13.7
r min		0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6
v	max	0.20	0.25	0.25	0.30	0.4	0.4	0.5
	min	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1

注：其余尺寸见尺寸表

螺栓或螺钉和垫圈的组合代号

螺栓或螺钉		垫圈①		
		S 形	N 形	L 形
标准编号	代号	代号 S	代号 N	代号 L
GB/T 5783—2000	S1	—	×	×
GB/T 5782② —2000	S2	—	×	×
GB/T 818—1985	S3	—	×	×
GB/T 70.1—2000	S4	×	×	×

（续）

螺栓或螺钉		垫圈①		
		S形	N形	L形
标准编号	代号	代号S	代号N	代号L
GB/T 67—2008	S5	—	×	×
GB/T 65—2000	S6	×	×	×

① 根据GB/T 97.4—2002。“—”表示无此型式；“×”表示可选用的组合件。

② GB/T 5782—2000的螺栓按第3章减小杆径后，与GB/T 5784—1986的螺栓相似。

注：1. 表图d和表中的U形尺寸是经供需双方协议，六角头螺栓头下可采用U形沉割槽

技术条件和引用标准

1. 组合件中，螺栓或螺钉应符合相应产品标准对成品的材料和力学性能的规定。
2. 电镀技术要求按GB/T 5267.1—2002规定。
3. 按GB/T 3098.1—2000检查中发生争议时，应去除垫圈进行仲裁检查。
4. 组合件中，垫圈的硬度等级应符合以下要求：

—螺栓或螺钉≤8.8级：垫圈硬度为200HV（GB/T 97.4—2002）；

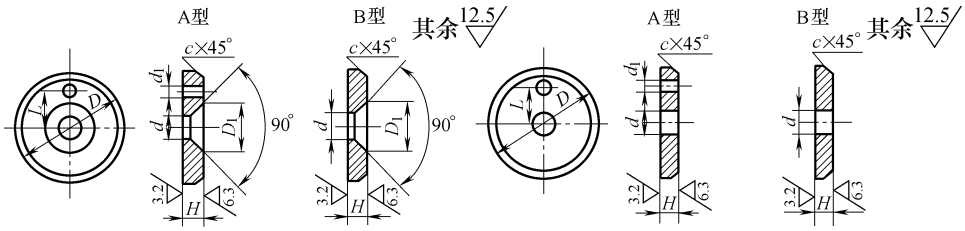
—螺栓或螺钉为9.8级和10.9级：垫圈硬度为300HV（GB/T 97.4—2002）。

5. 螺栓或螺钉和垫圈组合件的验收检查按GB/T 90.1—2002规定。

38. 螺钉紧固轴端挡圈、螺栓紧固轴端挡圈（见表1-110）

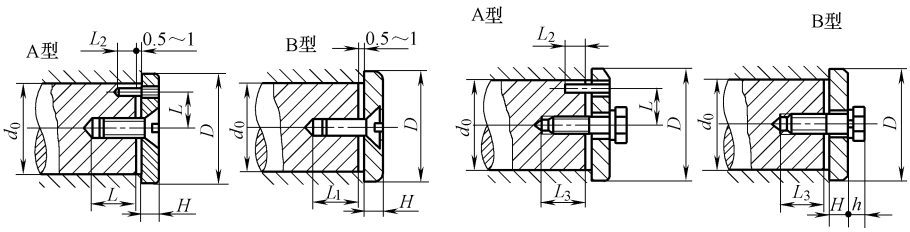
表1-110 螺钉紧固轴端挡圈（GB891—1986）、螺栓紧固轴端挡圈（GB/T 892—1986）

（单位：mm）



轴端单孔挡圈的固定

（续）



标记示例：

挡圈 GB/T891—1986　45（公称直径 D = 45mm、材料为 Q235-A、不经表面处理的 A 型螺钉紧固轴端挡圈）

挡圈 GB/T891—1986　B45（公称直径 D = 45mm、材料为 Q235-A、不经表面处理的 B 型螺钉紧固轴端挡圈）

轴径 d_0 ≤	公称直径 D	H	L	d	d_1	C	螺钉紧固轴端挡圈				螺栓紧固轴端挡圈				安装尺寸（参考）			
							D_1	螺钉 GB/T 819—2000	1000 个重量/kg≈ A 型	1000 个重量/kg≈ B 型	圆柱销 GB/T 119—2000	螺栓 GB/T 5783—2000	垫圈 GB/T 93—1987	1000 个重量/kg≈ A 型	1000 个重量/kg≈ B 型	L_1	L_2	L_3	h
16	22	4	—	5.5	2.1	0.5	11	M5×12	—	10.7	A2×10	M5×16	5	—	11.2	14	6	16	4.8
18	25		—						—	14.2				—	14.7				
20	28		7.5						17.9	18.1				18.4	18.6				
22	30								20.8	21.0				21.3	21.5				
25	32	5	10	5.6	3.2	1	13	M6×16	28.7	29.2	A3×12	M6×20	6	29.7	30.2	18	7	20	5.6
28	35								34.8	35.3				35.8	36.3				
30	38								41.5	42.0				42.5	43.0				
32	40								46.3	46.8				47.3	47.8				
35	45		12						59.5	59.9				60.5	60.9				
40	50								74.0	74.5				75.0	75.5				
45	55	6	16	9	4.2	1.5	17	M8×20	108	109	A4×14	M8×25	8	110	111	22	8	24	7.4
50	60								126	127				128	129				
55	65								149	150				151	152				
60	70		20						174	175				176	177				
65	75								200	201				202	203				
70	80								229	230				231	232				
75	90	8	25					M12×25	381	383	A5×16	M12×30	12	383	390	26	10	28	11.5
85	100								427	429				434	436				

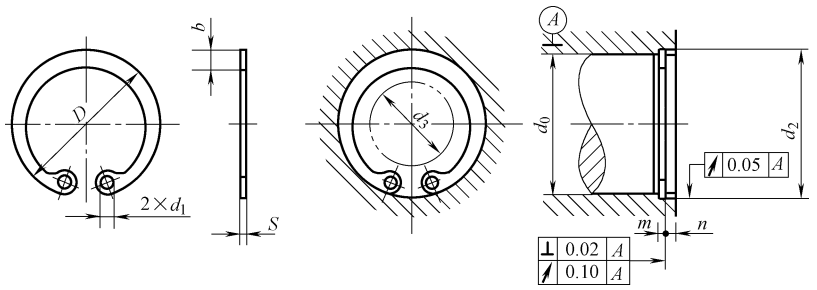
注：1. 当挡圈装在带螺纹孔的轴端时，紧固用螺钉允许加长。

2. “轴端单孔挡圈的固定”不属于 GB891—1986、GB892—1986 的内容、供参考。

3. 材料：Q235—A、35、45 钢。

39. 孔用弹性挡圈（见表1-111）

表1-111 孔用弹性挡圈（GB893.1—1986） （单位：mm）



标记示例：挡圈 GB893.1—50 表示孔径 d_0 = 50mm、材料 65Mn、热处理硬度 44～51HRC、经表面氧化处理的 A 型孔用弹性挡圈

注：d_3—允许套入的最大轴径

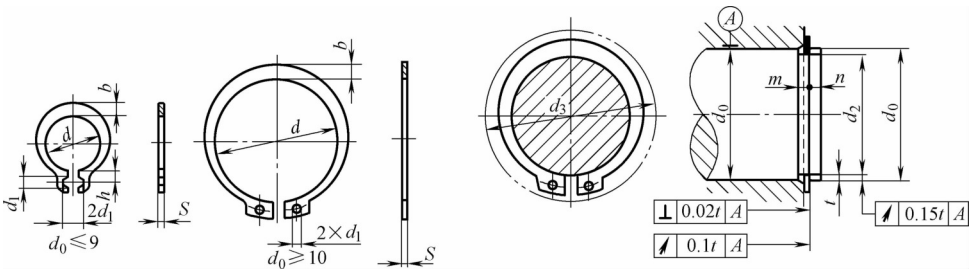
孔径 d_0	挡圈				沟槽（推荐）				轴 d_3≤
	D	S	b≈	d_1	d_2		m	n≥	
					基本尺寸	极限偏差			
50	54.2	2	4.7	3	53	+0.3 0	2.2	4.5	36
52	56.2				55				38
55	59.2				58				40
56	60.2	2	5.2		59			4.5	41
58	62.2				61				43
60	64.2				63				44
62	66.2				65				45
63	67.2				66				46
65	69.2	2.5			68		2.7		48
68	72.5		5.7		71				50
70	74.5				73				53
72	76.5				75				55
75	79.5		6.3		78				56
78	82.5				81	+0.35 0			60
80	85.5		6.8		83.5			5.3	63

（续）

孔径 d_0	挡圈				沟槽（推荐）				轴 d_3 ≤
	D	S	b ≈	d_1	d_2		m	n ≥	
					基本尺寸	极限偏差			
82	87.5	2.5	6.8	3	85.5	+0.35 0	2.7	5.3	65
85	90.5				88.5				68
88	93.5		7.3		91.5				70
90	95.5				93.5				72
92	97.5		7.7		95.5				73
95	100.5				98.5				75
98	103.5				101.5				78
100	105.5				103.5				80
102	108	3	8.1	4	106	+0.54 0	3.2	6	82
105	112				109				83
108	115		8.8		112				86
110	117				114				88
112	119		9.3		116				89
115	122				119				90
120	127				124	+0.63 0			95
125	132		10	2.5	129				100
130	137			2.7	134				105
135	142				139				110
140	147				144				115
145	152		10.9	2.75	149				118
150	158			2.8	155			7.5	121

40. 轴用弹性挡圈（见表 1-112）

表 1-112　轴用弹性挡圈（GB894.1—1986）



标记示例：挡圈 GB894.1—50 表示轴径为 50，材料为 65Mn，经热处理 44～51HRC，表面氧化处理的 A 型轴用挡圈

（续）

径 d_0	挡圈					沟槽(推荐)			孔 d_3≥
	d	S	b≈	d_1	h	d_2	m	n≥	
5	4.7	0.6	1.12	1	1.25	4.8	0.7	0.5	10.7
6	5.6		1.32	1.2	1.35	5.7			12.2
7	6.5				1.55	6.7			13.8
8	7.4	0.8			1.60	7.6	0.9	0.6	15.2
9	8.4		1.44		1.65	8.6			16.4
10	9.3	1	1.44	1.5	—	9.6	1.1	0.6	17.6
11	10.2		1.52			10.5		0.8	18.6
12	11		1.72			11.5			19.6
13	11.9		188	1.7		12.4		0.9	20.8
14	12.9					13.4			22
15	13.8		2.00			14.3		1.1	23.2
16	14.7		2.32			15.2		1.2	24.4
17	15.7		2.48			16.2			25.6
18	16.5					17		1.5	27
19	17.5			2		18			28
20	18.5		2.68			19			29
21	19.5					20			31
22	20.5					21			32
24	22.2	1.2	3.32			22.9	1.3	1.7	34
25	23.2					23.9			35
26	24.2					24.9			36
28	25.9		3.60			26.6		2.1	38.4
29	26.9		3.72			27.6			39.8
30	27.9					28.6			42
32	29.6		3.92	2.5		30.3		2.6	44
34	31.5	1.5	4.32			32.3	1.7		46
35	32.2		4.52			33		3	48
36	33.2					34			49
37	34.2					35			50
38	35.2	1.5	5.0	2.5	—	36	1.7	3	51
40	36.5					37.5		3.8	53

（续）

径 d_0	挡圈					沟槽(推荐)			孔 d_3≥
	d	S	b≈	d_1	h	d_2	m	n≥	
42	38.5	1.5	5.0	3	—	39.5	1.7	3.8	56
45	41.5					42.5			59.4
48	44.5					45.5			62.8
50	45.8	2	5.48	3		47	2.2	4.5	64.8
52	47.8					49			67
55	50.8					52			70.4
56	51.8		6.12			53			71.7
58	53.8					55			73.6
60	55.8					57			75.8
62	57.8					59			79
63	58.8	2.5				60	2.7		79.6
65	60.8					62			81.6
68	63.5		6.32			65			85
70	65.5					67			87.2
72	67.5					69			89.4
75	70.5					72			92.8
78	73.5					75			96.2
80	74.5		7.0			76.5		5.3	98.2
82	76.5					78.5			101
85	79.5					81.5			104
88	82.5					84.5			107.3
90	84.5		7.6			86.5			110
95	89.5		9.2			91.5			115
100	94.5					96.5			121
105	98	3	10.7			101	3.2	6	132
110	103		11.3	4		106			136
115	108		12			111			142

1.3　设计计算实例

1.3.1　受力分析和强度计算

【例 1】　如图 1-19 所示，板与立柱的螺栓连接，已知轴向拉力 H = 20000N，

螺栓材料为合金钢，性能等级为5.8级。接合面许用挤压应力［σ_P］=2~4MPa，相对刚度系数$c_1/(c_1+c_2)=0.3$，圆环直径$D=200$mm，螺栓个数为4，试求：

①试设计螺钉直径。

②校核接合面的挤压强度（取残余预紧力与工作拉力的关系为：$F''=0.6F$）。

③如果板厚为10mm，试选择螺栓。

解：如图1-20所示，外载荷已经作用在螺栓组的几何形心上，螺栓组的受力属于只受轴向拉力；对于单个螺栓属于既受预紧力、又受工作拉力的紧连接螺栓，应求出总拉力，再求螺栓根径d_1。

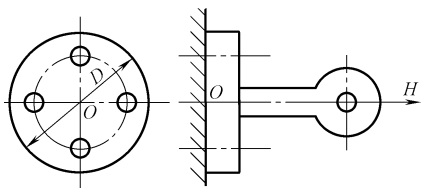


图1-19　例1题图

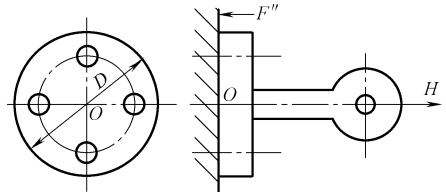


图1-20　例1题图解

1. 设计螺栓直径

（1）求螺栓的总拉力F_0

螺栓的工作拉力为

$$F=\frac{H}{Z}=\frac{20000}{4}\text{N}=5000\text{N}$$

根据已知条件，取残余预紧力为：$F''=0.6F$，所以螺栓的总拉力F_0为

$$F_0=F''+F=0.6F+F=1.6F=1.6\times5000\text{N}=8000\text{N}$$

（2）计算螺栓根径d_1

查表1-2，屈服强度有两个值：$\sigma_s=400$MPa和$\sigma_{0.2}=420$MPa，根据表注②：性能等级为3.6~6.8级时为σ_s；性能等级为8.8~12.9级时为$\sigma_{0.2}$。本题螺栓性能等级为5.8级，因此取$\sigma_s=400$MPa。

查表1-6受拉螺栓的许用应力：由题目已知螺栓材料为合金钢，按一般不控制预紧力考虑；因为安全系数与螺栓直径有关，因此必须假设螺栓直径。本题假设螺栓直径在M6~M16之间（也可假设其他范围，按不同的假设得出不同的安全系数，从而求出许用应力，再求出螺栓直径，直到假设直径与计算出的直径相近为止，此过程也称“试算法”），则安全系数为5~5.7之间，本题取5。螺栓的许用应力为

$$[\sigma]=\frac{\sigma_s}{S}=\frac{400}{5}\text{MPa}=80\text{MPa}$$

由公式：$\sigma = \dfrac{1.3F_0}{\dfrac{\pi d_1^2}{4}}$可得螺栓根径为

$$d_1 \geqslant \sqrt{\frac{1.3F_0}{\frac{\pi[\sigma]}{4}}} \geqslant \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times 8000}{\pi \times 80}}\text{mm} \geqslant 12.866\text{mm}$$

（3）求螺栓公称直径

查表 1-10 普通螺纹基本牙型和基本尺寸，优先选用粗牙螺纹，即表中螺距的第一列数据。接近的是 $d_1 = 13.376$mm，即 M15 以及 $d_1 = 13.835$mm 的 M16；但是查表 1-11 直径与螺距系列：M15 为第三系列，查表 1-12 普通螺纹优选系列，根据优先选用第一系列螺纹而不是第三系列，因此选用公称直径 16 mm 的粗牙螺纹，即 M16 GB/T 196。

2. 校核接合面的挤压强度

由题目已知条件可求出螺栓的残余预紧力为

$$F'' = 0.6F = 0.6 \times 5000\text{N} = 3000\text{N}$$

接合面的总压力为

$$F = 4F'' = 4 \times 3000\text{N} = 12000\text{N}$$

接合面的挤压强度为：$\sigma_P \leqslant [\sigma]_P$，即

$$\sigma_P = \frac{F}{A} = \frac{4F''}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4 \times 12000}{\pi \times 100^2}\text{MPa} = 1.53\text{MPa} < [\sigma] = 2 \sim 4\text{MPa}$$

所以接合面的挤压强度足够。

3. 选择螺栓

选择螺栓包括直径和长度，直径通常由强度求出，而长度由结构定。因为题目给出是板与立柱的螺栓连接，螺栓不能穿透，因此只能设计成螺钉连接（一块板很厚），查标准时按螺栓查，用到此处就称为螺钉。

选用最常用的粗牙六角头螺栓，根据公称直径 16mm、板厚为 10mm，查表 1-72 粗牙六角头螺栓 C 级：长度范围 65 ~ 160mm，如果取最短长度为 65mm，则螺纹拧入深度太深（10mm 厚的板开通孔，则螺纹拧入立柱为 55mm）；况且查表 1-72 粗牙，该螺栓的螺纹段长只有 38mm，光杆部分为(65 - 38) mm = 27mm，无法拧入立柱的螺纹，因此不能选用该螺栓。

而改选为表 1-72 全螺纹六角头螺栓，则长度范围 30 ~ 60mm，选择 30mm 即可：螺栓 GB/T 5781 M16 × 30。当然，也可采用 A 级或 B 级螺栓，A 级制造最精确，B 级稍差，C 级制造最不精确，用于一般连接。

公差部分可查表 1-14 普通螺纹公差，此处略。

【例 2】 如图 1-21 所示，电动机座螺栓组连接，由电动机驱动 V 带传动，压轴力为 Q，此力与水平面夹角为 α，布置如图 1-21 所示。设 Q 作用于带轮宽度的中点，求此螺栓组连接所受的载荷。

解： 将外力首先分解为水平分力 F_X 及垂直分力 F_Y，即

$$F_X = Q\cos\alpha \quad F_Y = Q\sin\alpha$$

如图 1-22 所示，再将此二力分别移到螺栓组接缝面的几何形心 O，F_X 移到螺栓组接缝面的几何形心为横向力 F_X、转矩 T（$F_X a$）和翻倒力矩 M_{FX}（$F_X h$）；F_Y 移到螺栓组接缝面的几何形心为轴向力 F_Y 和翻倒力矩 M。

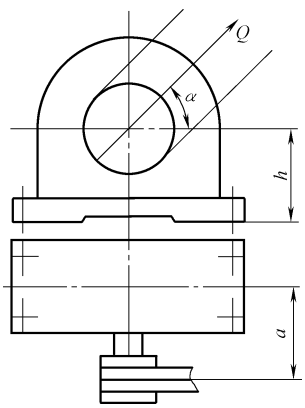


图 1-21　例 2 题图

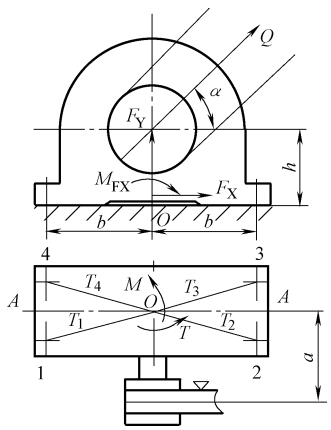


图 1-22　例 2 题图解

在横向力 F_X 作用下，每个螺栓受到向右方向的、大小相同的横向力作用，即

$$F_{SX1} = F_{SX2} = F_{SX3} = F_{SX4} = \frac{F_X}{4}$$

在转矩 T 作用下，每个螺栓受到与其回转半径相垂直的横向力作用，大小为

$$F_{ST1} = F_{ST2} = F_{ST3} = F_{ST4} = \frac{Tr_{max}}{\sum_{i=1}^{X} r_i^2} = \frac{F_X ar}{4r^2} = \frac{F_X a}{4r}$$

在翻倒力矩 M_{FX}作用下，螺栓 1 和 4 所受的拉力为

$$F_{MFX} = \frac{Ml_{max}}{\sum_{i=1}^{Z} l_i^2} = \frac{F_X hb}{4b^2} = \frac{F_X h}{4b}$$

在轴向力 F_Y 作用下，每个螺栓受到大小相同的轴向（工作）拉力 F_1 作用，即

$$F_{FY} = F_{FY1} = F_{FY2} = F_{FY3} = F_{FY4} = \frac{F_Y}{4}$$

在翻倒力矩 M 作用下螺栓所受的拉力 F_2 为

$$F_M = \frac{Ml_{max}}{\sum_{i=1}^{z} l_i^2} = \frac{F_Y a}{4a^2} = \frac{F_Y}{4a}$$

在翻倒力矩 M 作用下，螺栓受轴向工作拉力，翻倒轴线为 A—A，螺栓 1 和 2 所受的拉力由原来的预紧力 F'增大到总拉力 F_0；螺栓 3 和 4 所受的工作拉力为负，因此预紧力减小。

综上分析：螺栓 1 所受的总的轴向（工作）拉力最大，即

$$F = F_{MFX} + F_{FY} + F_M$$

进一步分析，可以将每个螺栓所受的由横向力 F_X 与转矩 T 所产生的横向力几何合成，此处略。

【例 3】 如图 1-23 所示，为某受轴向工作载荷的紧螺栓连接预紧时的受力—变形图，试分析：

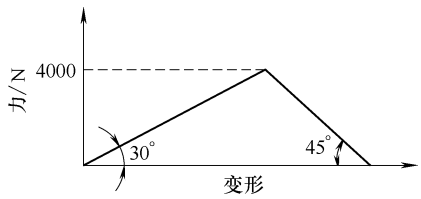


图 1-23　例 3 题图

1）当工作载荷为 $F = 2000\text{N}$ 时，求螺栓所受总拉力 F_0 及被连接件间残余预紧力 F''，并在图上表示出来。

2）求出螺栓的直径，已知螺栓材料为碳素钢，不控制预紧力。

3）若连接件间不出现缝隙，最大工作载荷 F_{max} 是多少？

解：

1. 螺栓的刚度：

$c_1 = \tan 30° = 0.57735$，被连接件刚度：$c_2 = \tan 45° = 1$，由图 1-23 知：螺栓的预紧力为：$F' = 4000\text{N}$，螺栓所受的总拉力为

$$F_0 = F' + \frac{c_1}{c_1 + c_2} F = \left(4000 + \frac{0.57735}{0.57735 + 1} \times 2000\right)\text{N} = 4732\text{N}$$

被连接件间的残余预紧力为

$$F'' = F' - \frac{c_1}{c_1 + c_2} F = \left(4000 - \frac{1}{0.57735 + 1} \times 2000\right)\text{N} = 2732\text{N}$$

F_0 和 F''如图 1-24 所示。

2. 求螺栓的直径

查表 1-6 受拉螺栓的许用应力，按已知螺栓材料为碳素钢，不控制预紧力，许用应力与安全系数有关，而安全系数又与螺栓的直径有关，螺栓的直径越大，安全系数越小；而螺栓的直径越小，越容易被拧断，则应取大的安全系数。本题要求螺

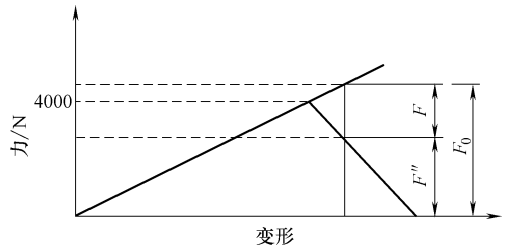


图 1-24 例 3 题图解

栓的直径，因此必须先假设螺栓的直径才能求出安全系数。如何假设螺栓的直径，没有好的办法，只好试一试。本题假设螺栓的直径在 M6 ~ M16 之间，表 1-6 列出安全系数在 4 ~ 5 之间，本例取安全系数为 4.5。

假设螺栓的强度级别为 5.8 级，查表 1-2：屈服强度 $\sigma_s = 400\text{MPa}$，则许用应力为 $[\sigma] = \dfrac{\sigma_s}{S} = \dfrac{400}{4.5}\text{MPa} \approx 88.89\text{MPa}$；因为螺栓是既受预紧力、又受工作拉力的紧连接螺栓，因此螺栓不被拉断的强度条件为：$\sigma = \dfrac{1.3F_0}{\dfrac{\pi}{4}d_1^2} \leqslant [\sigma]$，所以可求出螺栓的根径，即

$$d_1 \geqslant \sqrt{\frac{1.3F_0}{\frac{\pi}{4}[\sigma]}} \geqslant \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times F_0}{\pi[\sigma]}} \geqslant \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times 4732}{\pi \times 88.89}}\text{mm} \geqslant 9.39\text{mm}$$

因为螺栓的外径是公称直径，因此查表 1-10，取 M12 的螺栓，根径为 10.106mm，注意：表中 M12 的螺栓有几种螺距，最大螺距（即第 1 行）是粗牙螺纹，其余是细牙螺纹，一般工程没有特殊要求都选用粗牙螺纹；不能取 M10 的螺栓，因为根径为 8.376mm，不满足强度要求。因此取 M12。

3. 被连接件不出现缝隙，需满足如下条件：

$$F'' = F' - \frac{c_2}{c_1 + c_2}F \geqslant 0$$

因此螺栓的最大工作载荷 $F_{\max}$，即

$$F_{\max} \leqslant \frac{c_1 + c_2}{c_2}F' = \frac{0.57735 + 1}{1} \times 4000\text{N} = 6309.4\text{N}$$

【例 4】 如图 1-25 所示，有一个液压缸（但图中未表示活塞、支座、进油、出油接头等零件），液压缸的内径 $D = 100\text{mm}$，壁厚 $\delta = 10\text{mm}$，$L = 300\text{mm}$，$t = 20\text{mm}$，端盖、缸体、螺栓都用钢制成。液压缸工作压力在 0 ~ 4MPa 之间变化，用 6 个 M12 螺栓连接，螺栓的强度级别为 6.8 级，拧紧到屈服强度的 50%，试求：

1）假设两个端盖可作为刚体考虑，求螺栓和液压缸的刚度。

2）求螺栓的平均应力和应力幅各为多少。

3）试校核螺栓的强度。

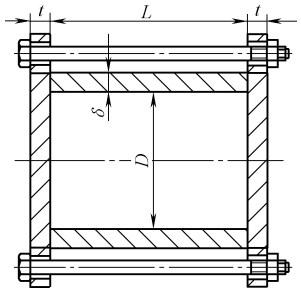


图 1-25　例 4 题图

解：本题目属于难度较大的综合类题目，需要对螺栓的综合受力变形图、物理知识及材料力学中关于刚度等概念有较深入了解，并能灵活运用，方可求解本题目。

本题目螺栓的受力为属于既受预紧力、又受工作拉力的紧螺栓连接，因此第三问“试校核螺栓的强度”应根据相应的公式$\dfrac{1.3F_0}{\pi d_1^2/4}\leqslant[\sigma]$进行计算，并且螺栓受变载荷作用，因此除了满足静力强度外，还应该验算应力幅。

1. 求螺栓及液压缸的刚度

刚度即产生单位变形量所需的力，为此，可求出预紧力 F' 及在该预紧力作用下螺栓及液压缸的伸长量，从而可求出刚度。

求预紧力 F'：因题目给出螺栓强度级别为 6.8 级，查表 1-2，可得 σ_s = 480MPa；又由题目已给条件为：拧紧到屈服强度的 50%，由此求出预紧力 F'，即

$$F' = \frac{\pi}{4}d_1^2 \times (0.5\sigma_s) = \frac{\pi}{4} \times 10.106^2 \times (0.5 \times 480)\text{N} = 19251\text{N}$$

查表 1-10 普通螺纹基本尺寸，M12 粗牙螺纹的根径（小径）为 d_1 = 10.106mm，查表时最大螺距（即第一组螺距）是粗牙螺纹，其余是细牙螺纹，一般工程没有特殊要求都选用粗牙螺纹，从而可求出变形量。

在 F' 作用下螺栓的变形量，即

$$\delta_1 = \frac{F'(L+2t)}{EA} = \frac{19251 \times (300 + 2 \times 20)}{210000 \times \dfrac{\pi}{4} \times 10.106^2}\text{mm} = 0.389\text{mm}$$

缸体在 F' 作用下的变形量，即

$$\delta_2 = \frac{F'L}{EA} = \frac{19251 \times 300}{210000 \times \dfrac{\pi}{4} \times (120^2 - 100^2)}\text{mm} = 0.00796\text{mm}$$

因此得出螺栓的刚度 c_1 及缸体的刚度 c_2 分别为

$$c_1 = \frac{F'}{\delta_1} = \frac{19251}{0.389}\text{N/mm} = 0.495 \times 10^5\text{N/mm}$$

$$c_2 = \frac{F'}{\delta_2} = \frac{19251}{0.00796}\text{N/mm} = 24.19 \times 10^5\text{N/mm}$$

2. 求螺栓的平均应力 σ_m 和应力幅 σ_a

螺栓安装时受预紧力 F'，工作时又受工作载荷 F，因此螺栓工作时受的最大拉力为 F_0，螺栓工作时的拉力是在 $F' \sim F_0$ 之间变化，因此可求出 F_0，即

$$F_0 = F' + \frac{c_1}{c_1 + c_2}F = F' + \frac{c_1}{c_1 + c_2} \times \left(\frac{p \times \frac{\pi}{4} \times D^2}{Z} \right)$$

$$= 19251 + \frac{0.495 \times 10^5}{(0.495 + 24.19) \times 10^5} \times \left(\frac{4 \times \frac{\pi}{4} \times 100^2}{6} \right) \text{N} = 19356\text{N}$$

螺栓在总拉力 F_0 及预紧力 F'作用下的最大、最小应力分别为

$$\sigma_{max} = \frac{F_0}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{19356}{\frac{\pi}{4} \times 10.106^2}\text{MPa} = 241.3\text{MPa}$$

$$\sigma_{min} = \frac{F'}{\frac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{19251}{\frac{\pi \times 10.106^2}{4}}\text{MPa} = 240\text{MPa}$$

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2} = \frac{241.3 + 240}{2}\text{MPa} = 240.65\text{MPa}$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2} = \frac{241.3 - 240}{2}\text{MPa} = 0.65\text{MPa}$$

3. 校核螺栓强度

螺栓受变载作用，应分别校核静强度及疲劳强度。

螺栓的静强度校核：按 $\frac{1.3F_0}{\pi d_1^2/4} \leqslant [\sigma]$ 计算，需先求 $[\sigma]$，查表 1-6 受拉螺栓连接的许用应力，按控制预紧力考虑，取安全系数 $[S_s] = 1.5$，则许用应力为

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{[S_s]} = \frac{480}{1.5}\text{MPa} = 320\text{MPa}$$

因此螺栓的总应力为

$$\sigma = \frac{1.3F_0}{\frac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{1.3 \times 19356}{\frac{\pi \times 10.106^2}{4}}\text{MPa} = 313.7\text{MPa} < [\sigma] = 320\text{MPa}$$

所以静力强度满足。

螺栓的疲劳强度校核：即需校核应力幅 $\sigma_a \leqslant [\sigma_a]$，首先必须求出许用应力幅

$[\sigma_a]$：查表 1-6 受拉螺栓连接的许用应力，可求得许用应力幅$[\sigma_a]$为

$$[\sigma_a]=\frac{\sigma_{alim}}{[S]_a}=\frac{\dfrac{\varepsilon K_m K_u}{K_\sigma}\sigma_{-1}}{[S]_a}$$

从表 1-6 可查得有关系数：尺寸系数 $\varepsilon=1$（因为螺纹规格为 M12）；螺栓制造工艺系数 $K_m=1$（采用车制螺纹）；螺纹的应力集中系数 $K_\sigma=3.9$（因为已知螺栓强度级别为 6.8 级，查表 1-2 螺栓、螺钉、螺柱的性能等级，可得 $\sigma_b=600\text{MPa}$；各圈螺纹牙的受力分布不均系数 $K_u=1.5$（因为螺母是受拉、压）；对称循环疲劳极限为 $\sigma_{-1}=0.41\sigma_b=0.41\times600\text{MPa}=246\text{MPa}$；取疲劳安全系数$[S]_a=3$，代入上式得

$$[\sigma_a]=\frac{\sigma_{alim}}{[S]_a}=\frac{\dfrac{\varepsilon K_m K_u}{K_\sigma}\sigma_{-1}}{[S]_a}=\frac{\dfrac{1\times1\times1.5}{3.9}246}{3}\text{MPa}=31.53\text{MPa}$$

而应力幅 $\sigma_a=0.65\text{MPa}\ll[\sigma_a]=31.53\text{MPa}$，因此疲劳强度足够。

【例 5】 如图 1-26 所示为吊车跑道托架，用螺栓组装在钢质横梁上，如螺栓材料的许用应力$[\sigma]=70\text{MPa}$，试计算螺栓的直径（结构尺寸见图 1-26）。

解：

1. 螺栓组的受力分析

如图 1-27 所示，将外载荷移到螺栓组的几何形心 O，是一个轴向力 P 和翻倒力矩 M。

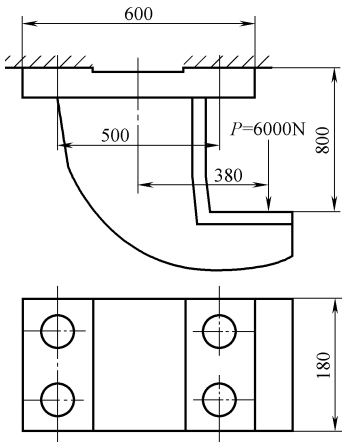


图 1-26　例 5 题图

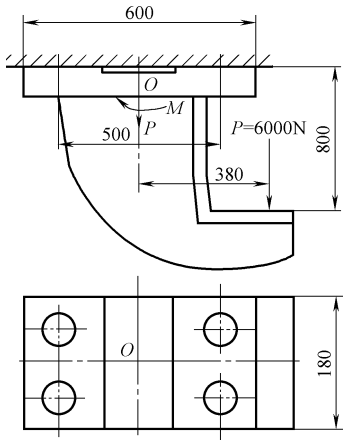


图 1-27　例 5 题图解

2. 单个螺栓的受力分析

此题为普通螺栓连接，属于既受预紧力、又受工作拉力的紧螺栓连接，工作拉

力由两部分引起的：轴向力 P 和翻倒力矩 M，可由下式计算：

$$F = F_1 + F_2 = \frac{P}{Z} + \frac{ML_{\max}}{\sum_{i=1}^{Z} L_i^2} = \left(\frac{6000}{4} + \frac{6000 \times 380 \times \frac{500}{2}}{4 \times \left(\frac{500}{2}\right)^2} \right) \text{N} = 3780\text{N}$$

3. 求预紧力 F'，底板应满足右侧不离缝，即压应力大于零，即

$$\sigma_{F'} - \sigma_P - \sigma_M = \frac{4F'}{A} - \frac{P}{A} - \frac{M}{W} \geqslant 0$$

所以

$$\frac{4F'}{180 \times 600} - \frac{6000}{180 \times 600} - \frac{6000 \times 380}{\frac{180 \times 600^2}{6}} \geqslant 0$$

因此可求出预紧力 F'：$F' \geqslant 7200\text{N}$（此处忽略底板接合面凹陷处的影响）。

求螺栓总拉力：

假设采用金属垫，相对刚度为：$\frac{c_1}{c_1 + c_2} = 0.3$，则螺栓总拉力为

$$F_0 = F' + \frac{c_1}{c_1 + c_2} F = (7200 + 0.3 \times 3780)\text{N} = 8334\text{N}$$

4. 设计螺栓直径

由公式 $\sigma = \frac{1.3F_0}{\frac{\pi d_1^2}{4}}$ 可得

$$d_1 \geqslant \sqrt{\frac{1.3F_0}{\frac{\pi [\sigma]}{4}}} \geqslant \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times 8334}{\pi \times 70}}\text{mm} \geqslant 14.04\text{mm}$$

查表 1-10 普通螺纹基本尺寸，优先选用第一系列螺纹，接近的是：公称直径 20 粗牙螺纹的根径（小径）为 $d_1 = 17.294\text{mm}$，因此选用：M20 GB/T 196—2003。或选用第二系列螺纹，接近的是：M18 的普通粗牙螺纹（根径 $d_1 = 15.294\text{mm}$）。

【例 6】 如图 1-28 所示：底板螺栓组连接受外力 R 的作用。外力 R 作用在包含 x 轴并垂直于底板接合面的平面内，外力 R 与 x 轴的夹角为 θ，其余尺寸如图 1-28 所示。试分析底板螺栓组的受力情况，并判断哪个螺栓受力最大？保证螺栓连接安全工作的必要条件有哪些？

解：

1. 分析底板螺栓组的受力情况

将外载荷 R 分解为水平力 H 和垂直力 p；并将其移到螺栓组的几何形心 O，是横向力 H、轴向力 p、翻倒力矩 M_p 和 M_H，如图 1-29 所示。

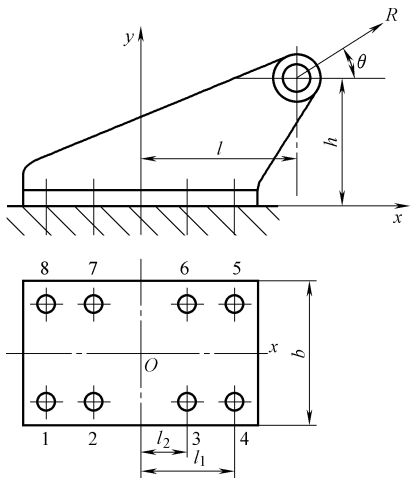


图 1-28　例 6 题图

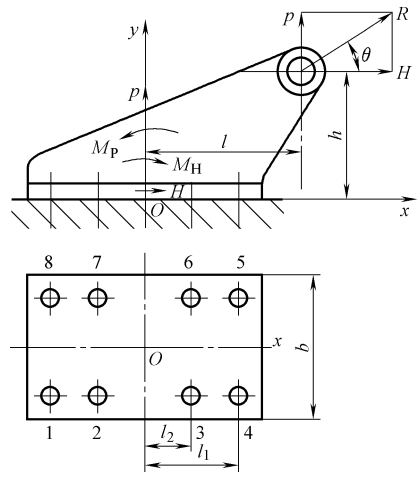


图 1-29　例 6 题图解

在轴向力 p 作用下，每个螺栓受相同的轴向拉力：$F=\dfrac{p}{Z}$。

总的翻倒力矩应为 M_P 和 M_H 的几何和：$M=M_H-M_p$。

如果 $M_H>M_p$，则左边的螺栓受的轴向拉力比右边螺栓受的轴向拉力大，又因为螺栓 1、8 到翻倒轴线的垂直距离大，因此受力最大；如果 $M_H<M_p$，则右边的螺栓受的轴向拉力比左边螺栓受的轴向拉力大，又因为螺栓 4、5 到翻倒轴线的垂直距离大，因此受力最大。

2. 保证螺栓连接安全工作的必要条件有：

螺栓不被拉断；

底板左边不离缝（当 $M_H>M_p$ 时）或不压溃（当 $M_H<M_p$ 时）；

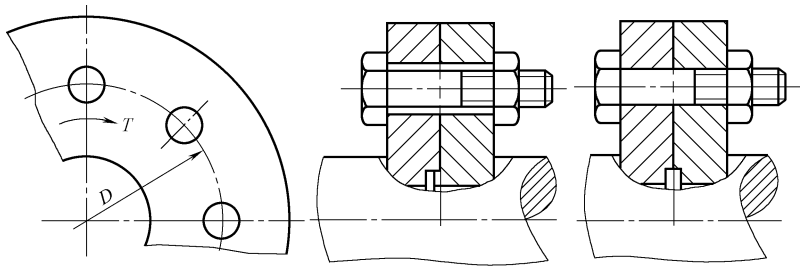
底板右边不离缝（当 $M_H<M_p$ 时）或不压溃（当 $M_H>M_p$ 时）；

在横向力作用下，接缝面不应产生相对滑动，即接缝面间的摩擦力大于或等于横向力：$(8\times F'-p)\times\mu s\geqslant H$。

【例 7】 用以传递工作转矩的刚性联轴器如图 1-30a 所示，采用的螺栓组连接。6 个 M16 的螺栓均匀地布置在 $D=\phi 200\text{mm}$ 的圆周上，所传递的工作转矩 $T=450\text{N}\cdot\text{m}$，试验算此螺栓组连接在下列情况下是否安全可靠？

1）用普通螺栓 M16，被连接件为钻孔，靠摩擦传力，连接表面间的摩擦因数 $\mu_s=0.15$，要求可靠性系数 $K_f=1.2$，螺栓材料的许用应力 $[\sigma]=57.5\text{MPa}$；

2）用 M16 铰制孔光制螺栓，被连接件为铰孔，靠剪切传力，已知螺栓材料的许用切应力 $[\tau]=92\text{MPa}$。



a) 联轴器　　b) 采用受拉螺栓　　c) 采用受剪螺栓

图 1-30　例 7 题图

解：如图 1-30a 所示：对于螺栓组只受转矩作用；对于单个螺栓：受横向力作用。

1. 用普通螺栓（即受拉螺栓）连接

该螺栓组属于只受预紧力 F' 的紧连接，转矩被接合面的摩擦力矩平衡，从而计算出单个螺栓所受的预紧力 F'，即

$$F' \geqslant \frac{K_f T}{\mu_s \sum_{i=1}^{6} r_i} = \frac{1.2 \times 450000}{0.15 \times 6 \times 100}\text{N} = 6000\text{N}$$

校核螺栓强度：

根据已知条件采用 M16 普通螺栓，查表 1-10 普通螺纹基本尺寸，其根径为 $d_1 = 13.835\text{mm}$，代入只受预紧力的紧螺栓连接公式校核螺栓强度，即

$$\sigma = \frac{1.3F'}{\frac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{1.3 \times 6000}{\frac{\pi \times 13.835^2}{4}}\text{MPa} = 51.885\text{MPa} < [\sigma] = 57.5\text{MPa}$$

所以用 M16 的普通螺栓不会被拉断及扭断，因此安全。

2. 用 M16 的铰制孔光制螺栓

查表 1-77 六角头铰制孔光制螺栓，M16 铰制孔光制螺栓的光杆部分的直径为 17mm，螺栓受的横向力直接作用到螺栓的光杆部分，每个螺栓受的剪切力为

$$F_s = \frac{Tr_{\max}}{\sum_{i=1}^{6} r_i^2} = \frac{450000 \times 100}{6 \times 100^2}\text{N} = 750\text{N}$$

螺栓受剪切，校核螺栓强度，即

$$\tau = \frac{F_s}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{750}{\frac{1}{4}\pi \times 17^2}\text{MPa} = 3.3\text{MPa} << [\tau] = 92\text{MPa}$$

所以用铰制孔光制螺栓（光杆直径 $d=17\text{mm}$）非常安全。

【例 8】 一个蜗轮轮缘和轮心用 4 个 M6×10 的螺钉连接，如图 1-31 所示，螺钉的许用切应力 $[\tau]=50\text{MPa}$，许用拉应力 $[\sigma]=30\text{MPa}$，许用挤压应力 $[\sigma_{p1}]=160\text{MPa}$，蜗轮轮缘材料的许用挤压应力 $[\sigma_{p2}]=72\text{MPa}$，蜗轮轮毂材料的许用挤压应力 $[\sigma_{p3}]=50\text{MPa}$，试问蜗轮允许传递多大的转矩？

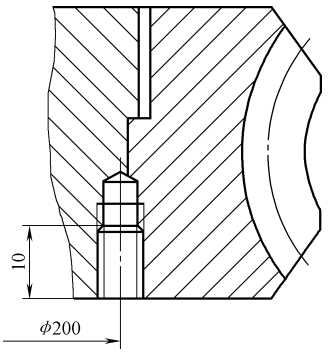


图 1-31　例 8 题图

解：

1. 按螺钉的剪切失效求允许传递的转矩

根据公式：$F_s=\dfrac{Tr_{\max}}{\sum_{i=1}^{6}r_i^2}=\dfrac{T\times\frac{200}{2}}{4\times\left(\frac{200}{2}\right)^2}=\dfrac{T}{400}$

查表 1-10 普通螺纹基本尺寸得 M6 螺纹的根径为 $d_1=4.917\text{mm}$，代入螺钉的剪切强度公式，即

$$\tau=\frac{F_s}{d_1 l}=\frac{T/400}{4.917\times 10}\leqslant[\tau]=50$$

解得：$T=983400\text{N}\cdot\text{mm}$

2. 按压溃失效求允许传递的转矩

因为蜗轮轮毂的许用挤压应力最低，强度最弱，因此计算轮毂压应力为

$$\frac{F_s}{\frac{1}{2}d_1\times l}=\frac{\frac{T}{400}}{(d_1/2)\times l}=\frac{T}{400\times\frac{4.917}{2}\times 10}\leqslant[\sigma_P]=50$$

解得：$T=491700\text{N}\cdot\text{mm}$，比按螺钉剪切失效求得的转矩小得多，因此蜗轮允许传递的转矩应为 $T=491800\text{N}\cdot\text{mm}$。

【例 9】 一个夹紧螺栓连接如图 1-32 所示，若轴径 $D=40\text{mm}$，传递的转矩 $T=370\text{N}\cdot\text{m}$，试选螺栓直径。已知摩擦因数为 $\mu=0.15$，可靠性系数 $K_f=1.2$，螺栓材料的强度级别为 6.8 级。

解： 如图 1-33 所示：螺栓数目为 2，拧紧螺母时，螺栓受拉，预紧力为 F'，被连接件产生的正压力为 N，外力的转矩被摩擦力矩平衡，螺栓属于只受预紧力的紧螺栓连接。螺栓的直径由预紧力确定，而预紧力可由接合面上的摩擦力矩与转矩的静力平衡条件求得。

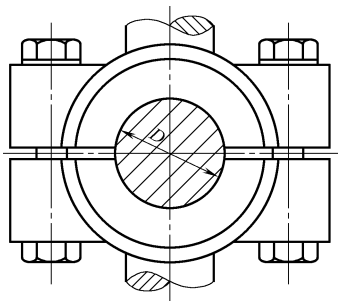


图 1-32 例 9 题图

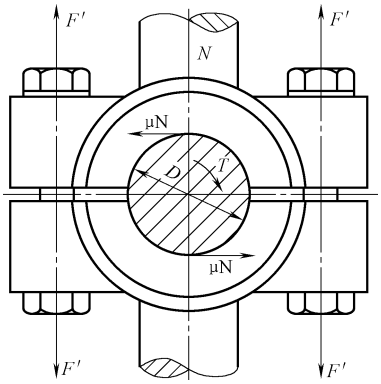


图 1-33 例 9 题图解

假设夹紧时轮毂与轴只在上下两点接触（但是实际上是两个小区域），其夹紧力均为 N，则摩擦力 $\mu \times F$ 形成的力偶矩与工作转矩平衡，即

$$N\mu D = T$$

以轮毂的上半部为平衡对象，在垂直方向上两个螺栓的预紧力 F' 应当与 N 平衡：$2F' = N$，因此得出每个螺栓的预紧力 F' 为

$$F' = \frac{N}{2} = \frac{T}{2\mu D}$$

考虑可靠性系数 $K_f = 1.2$，摩擦因数为 $\mu = 0.15$，代入上式可得

$$F' = \frac{K_f \times T}{2\mu D} = \frac{1.2 \times 370 \times 10^3}{2 \times 0.15 \times 40}\text{N} = 37000\text{N}$$

因题目给出螺栓强度级别为 6.8 级，查表 1-2 螺栓（螺钉、螺柱）的力学性能等级，可得屈服强度为：$\sigma_s = 480\text{MPa}$；查表 1-6 受拉螺栓连接的许用应力，又因为考虑不控制预紧力，假设螺栓的直径在 M16 ~ M30 之间，安全系数的范围为 2.5 ~ 4，本题先取安全系数为 3 进行试算，许用应力为

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{[S_s]} = \frac{480}{3}\text{MPa} = 160\text{MPa}$$

代入公式可求出螺栓的根径，即

$$d_1 \geqslant \sqrt{\frac{1.3F'}{\frac{\pi[\sigma]}{4}}} \geqslant \sqrt{\frac{4 \times 1.3 \times 37000}{\pi \times 160}}\text{mm} \geqslant 19.75\text{mm}$$

查表 1-10 普通螺纹基本尺寸，优先选用第一系列螺纹，接近的是：公称直径 24mm（根径 $d_1 = 20.752$mm），因此选用 M24 的普通粗牙螺纹。

【例 10】 有一个圆盘锯如图 1-34 所示，锯片直径 $D = 500$mm，用 M20 的螺母将其夹紧在压板中间。压板和锯片间的摩擦因数为 $\mu_s = 0.15$，压板的平均直径 $D_0 = 200$mm，螺纹轴材料的许用拉应力 $[\sigma] = 144$MPa，若切削力 $F = 1280$N，问螺栓强度是否足够？（可靠性系数 $K_f = 1.2$）。

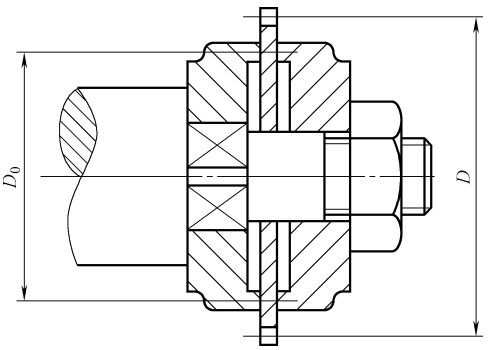


图 1-34　例 10 题图

解：

圆盘锯所受的转矩被接合面的摩擦力平衡，而产生摩擦力的正压力是由拧紧螺栓时，螺栓受拉（预紧力）、被连接件受压而产生；本题有两个接合面，螺栓的个数 $z = 1$，因此可以求解。

1. 求螺栓的预紧力 F'

圆盘锯所受的转矩被接合面的摩擦力平衡，因此可以列出下式：

$$zF'\mu_s m\frac{D_0}{2} \geqslant K_f T$$

式中：$T = F\dfrac{D}{2}$，代入上式得

$$ZF'\mu_s m\frac{D_0}{2} \geqslant K_f F\frac{D}{2}$$

所以

$$F' \geqslant \frac{K_f F\dfrac{D}{2}}{z\mu_s m\dfrac{D_0}{2}} \geqslant \frac{1.2\times 1280\times\dfrac{500}{2}}{1\times 0.15\times 2\times\dfrac{200}{2}}\text{N} \geqslant 12800\text{N}$$

2. 校核螺栓强度

根据题目给出采用 M20 的螺母，因此查表 1-10 普通螺纹基本尺寸，查得螺栓的螺纹根径 $d_1 = 17.294$mm（按普通粗牙螺纹查）。

因为螺栓只受预紧力作用，代入公式进行强度计算，即

$$\sigma = \frac{1.3F'}{\dfrac{\pi d_1^2}{4}} = \frac{1.3\times 12800}{\dfrac{\pi\times 17.294}{4}}\text{MPa} \leqslant 70.84\text{MPa} < [\sigma] = 144\text{MPa}$$

因此采用 M20 的螺母螺栓强度足够。

【例 11】 如图 1-35 所示，轴承盖用 4 个螺钉固定于铸铁箱体上，已知作用于轴承盖上的力 $F_Q = 10.4\text{kN}$，螺钉材料级别为 4.6 级，取剩余预紧力 F''为工作拉力的 0.4 倍，不控制预紧力，至少应取多大公称直径的螺栓合适？

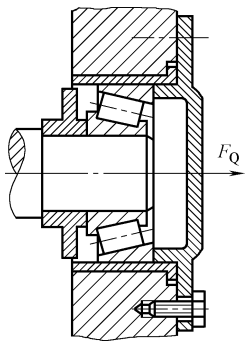


图 1-35　例 11 题图

解：

1. 求许用拉应力

因题目给出螺钉材料级别为 4.6 级，查表 1-2 螺栓（螺钉、螺柱）的力学性能等级，可得屈服强度为：$\sigma_s = 240\text{MPa}$；查表 1-6 受拉螺栓连接的许用应力，又因为考虑不控制预紧力，假设螺栓的直径在 M6 ~ M16 之间，碳素钢安全系数的范围为 4 ~ 5，本题拟取安全系数为 4 进行计算，许用应力为

$$[\sigma] = \frac{\sigma_s}{[S_s]} = \frac{240}{4}\text{MPa} = 60\text{MPa}$$

2. 求每个螺钉的工作载荷

因题目给出 4 个螺钉，$z = 4$，求每个螺钉的工作载荷为

$$F = \frac{F_Q}{z} = \frac{10400}{4}\text{N} = 2600\text{N}$$

3. 求残余预紧力 F''

因题目给出残余预紧力 F''为工作拉力的 0.4 倍，即

$$F'' = 0.4F = 0.4 \times 2600\text{N} = 1040\text{N}$$

4. 求螺钉中总拉力

$$F_0 = F + F'' = (2600 + 1040)\text{N} = 3640\text{N}$$

5. 求螺栓根径（小径）

按强度条件可求：$d_1 \geqslant \sqrt{\dfrac{4 \times 1.3F_0}{[\sigma]}} = \sqrt{\dfrac{4 \times 1.3 \times 3640}{60}}\text{mm} = 10.021\text{mm}$

6. 取螺栓的公称直径

根据计算出的螺栓根径 10.021mm，查表 1-10 普通螺纹基本尺寸，接近的并比该值稍大一点的螺栓根径为 $d_1 = 10.106\text{mm}$（按普通粗牙螺纹查），因此取螺栓的公称直径为 M12 合适。

【例 12】 用于拧紧 M24 的普通六角头螺栓的接长扳手示意图如图 1-36 所示，该扳手由 1、2 两个零件组成，皆用 45 钢制造，并用螺栓连接，螺栓的强度级别为 4.6 级。使用此扳手时，作用在扳手一端的拧紧力 $P = 200\text{N}$，1、2 两个零件之间的

摩擦因数 $\mu_s = 0.15$。试求下列问题：

1）按六角头普通螺栓连接，试求其公称直径。

2）如果改用铰制孔用螺栓连接，试计算所需螺栓的公称直径。

3）分析此扳手结构方案有什么缺点，提出改进意见。

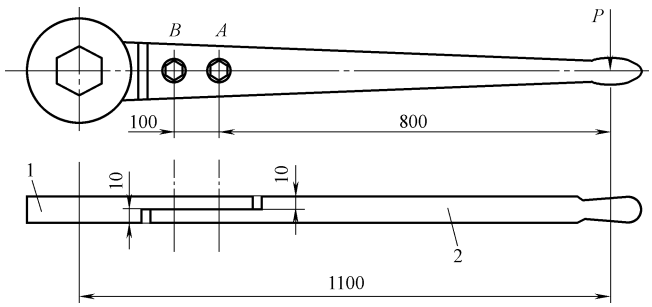


图 1-36　例 12 题图

解：

1. 求六角头普通螺栓连接所需的直径

（1）求受力最大的螺栓所受的横向力

如图 1-37 所示：将外力移到螺栓组的几何形心 O，是一个横向力 F_S 和转矩 T。由横向力 F_S 作用到螺栓 A、B 上的力大小相同、方向向下：$F_{sP} = \dfrac{P}{2} = \dfrac{200}{2}\text{N} = 100\text{N}$

由转矩 T 作用到螺栓 A、B 上产生的横向力大小相同，即

$$F_{sT} = \frac{Tr_{max}}{\sum_{i=1}^{z} r_i^2} = \frac{P \times 850 \times \dfrac{100}{2}}{2 \times \left(\dfrac{100}{2}\right)^2} = \frac{200 \times 850}{2 \times 50}\text{N} = 1700\text{N}$$

其方向对于螺栓 A：向下；对于螺栓 B：向上。两个横向力矢量相加，螺栓 B 所受的横向力最大，其值为

$$F_R = F_{sB} = F_{sP} + F_{sT} = (100 + 1700)\,\text{N} = 1800\text{N}$$

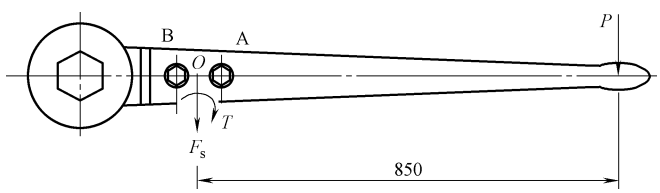


图 1-37　例 12 题图解

（2）求螺栓所需的预紧力 F'

横向力被接缝面之间的摩擦力平衡，即

$$F'z\mu_s m \geqslant K_f F_R$$

式中：$z=1$，$m=1$，F_R 是一个螺栓所受的最大横向力，因此

$$F' \geqslant \frac{K_f F_R}{z\mu_s m} \geqslant \frac{1.2\times 1800}{1\times 0.15\times 1}\text{N} \geqslant 14400\text{N}$$

（3）求螺栓根径

因为题目给出已知条件：螺栓的强度级别为4.6级，查表1-2螺栓（螺钉、螺柱）的力学性能等级，可得屈服强度为：$\sigma_s=240\text{MPa}$；查表1-6受拉螺栓连接的许用应力，又因为考虑不控制预紧力，假设螺栓的直径在M16～M30之间，碳素钢安全系数的范围为2.5～4，本题拟取安全系数为3进行计算，则许用应力为

$$[\sigma]=\frac{\sigma_s}{[S_s]}=\frac{240}{3}\text{MPa}=80\text{MPa}$$

由公式 $\sigma=\dfrac{1.3F'}{\dfrac{\pi d_1^2}{4}} \leqslant [\sigma]=80\text{MPa}$ 可求出螺栓直径，即

$$d_1 \geqslant \sqrt{\frac{1.3F'}{\frac{\pi}{4}[\sigma]}} \geqslant \sqrt{\frac{4\times 1.3\times F'}{\pi[\sigma]}} \geqslant \sqrt{\frac{4\times 1.3\times 14400}{\pi\times 80}}\text{mm} \geqslant 17.26\text{mm}$$

（4）计算螺栓的公称直径

根据计算出的螺栓根径17.26mm，查表1-10普通螺纹基本尺寸，接近的并比该值稍大一点的螺栓根径为 $d_1=17.294\text{mm}$（按普通粗牙螺纹查），因此取螺栓的公称直径为M20合适（正好是优先选用的第一系列螺纹）。又考虑两板厚度均为10mm，查表1-73粗牙全螺纹六角头螺栓，因此选最短的长度为40mm，即：M20×40。

2. 改用铰制孔光制螺栓，求直径

（1）求许用切应力

查表1-7受剪螺栓连接的许用应力可得

$$[\tau]=\frac{\sigma_s}{[S_s]}=\frac{240}{2.5}\text{MPa}=96\text{MPa}$$

（2）根据剪切强度求光杆部分直径

代入剪切强度公式，即

$$\tau=\frac{F_R}{\dfrac{\pi d^2}{4}}=\frac{1800}{\dfrac{\pi\times d^2}{4}} \leqslant [\tau]=96\text{MPa}$$

所以 $d \geqslant 4.88\text{mm}$

（3）计算所需螺栓的公称直径

查表 1-75 六角头铰制孔光制螺栓，接近的是：公称直径 6mm（光杆部分直径 $d=7\text{mm}$）；又考虑两板厚度均为 10mm，查 L 系列，考虑螺母厚度以及余留段长，因此选用 M6×30 的铰制孔光制螺栓（表中长 25 为括号数字，即不太常用）。

（4）校核螺钉杆与螺钉孔间的挤压应力

查表 1-7 受剪螺栓连接的许用应力：钢的许用挤压应力为：$[\sigma]_P = \dfrac{\sigma_s}{[S_P]} = \dfrac{\sigma_s}{1 \sim 1.25}$，本题取安全系数为 1.25，因此 $[\sigma]_P = \dfrac{\sigma_s}{[S_s]} = \dfrac{240}{1.25}\text{MPa} = 192\text{MPa}$

校核挤压强度：$\sigma_P = \dfrac{F_R}{dl} = \dfrac{1800}{7 \times 10}\text{MPa} \approx 25.71\text{MPa} << [\sigma]_P = 192\text{MPa}$

所以挤压强度足够。

3. 原结构方案的缺点和改进方案

原结构方案采用普通螺栓直径过大（用 M20 的普通粗牙螺纹），对于本题目的扳手要求结构紧凑，因此，建议改为铰制孔光制螺栓（只需要 M6 即可）。

如果采用普通螺栓，建议提高螺栓的强度级别，由 4.6 级提高为 8.8 级或 9.8 级，因此可以缩小螺栓的直径。

改进原结构方案，将一个接合面改为两个接合面，以减小螺栓的预紧力，从而减小螺栓的直径。

【例 13】 用两个 M10 的普通螺钉固定一个牵曳钩，简图如图 1-38 所示。如果螺钉材料的强度级别为 5.8 级，装配时按控制预紧力 F' 考虑，接合面之间的摩擦因数 $\mu_s = 0.3$，求其允许的牵曳力 R。

解：

本题为普通螺栓连接，即受拉螺栓连接，外载荷为横向力作用，没有轴向拉力或翻倒力矩作用，因此螺栓的受力状态属于只受预紧力、不受工作拉力，因此应该用公式：$4 \times 1.3F'/\pi d_1^2 \leqslant [\sigma]$ 进行计算，预紧力 F' 可以由本式求得，允许的牵曳力 R 可由板不左滑的条件求得。

1. 求螺钉的预紧力 F'

（1）求螺钉的许用应力

因为题目给出已知条件：螺栓的强度级别为 5.8 级，查表 1-2 螺栓（螺钉、螺柱）的力学性能等级，可得屈服强度 $\sigma_s = 400\text{MPa}$。

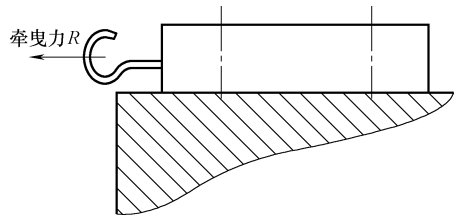


图 1-38　例 13 题图

查表 1-3 受拉螺栓连接的许用应力，

又因题目给出为按控制预紧力考虑，安全系数为1.2～1.5，本题拟取安全系数为1.3进行计算，则许用应力为

$$[\sigma]=\frac{\sigma_s}{[S_s]}=\frac{400}{1.3}\text{N}\approx 307.7\text{N}$$

（2）求预紧力 F'

查表1-10普通螺纹基本尺寸，M10的螺钉的根径为：$d_1=8.376\text{mm}$，代入公式可求出预紧力 F'，即

$$F'\leqslant\frac{[\sigma]\times\pi d_1^2}{4\times 1.3}\leqslant\frac{307.7\pi\times 8.376^2}{4\times 1.3}\text{N}=13042\text{N}$$

2. 求允许的牵曳力 R

本题取可靠系数为 $K_f=1.25$，根据板不左滑的条件求得，摩擦力大于横向力即

$$2F'\mu_s\geqslant K_fR\text{ 所以 }R\leqslant\frac{2F'\mu_s}{K_f}\leqslant\frac{2\times 13042\times 0.3}{1.25}\text{N}\leqslant 6260\text{N}$$

【例14】 一个钩头螺栓连接，如图1-39所示。偏心距 $e=0.7d$（d 为外径），若略去转矩的影响，试问钩头螺栓的应力较普通螺栓增加了多少？

解： 如图1-39所示，钩头螺栓的应力由两部分组成：拉应力和弯曲应力，钩头螺栓的最大应力为

$$\sigma_{max}=\sigma+\sigma_b=\frac{F_0}{\frac{\pi d_1^2}{4}}+\frac{M}{W}=\frac{F_0}{\frac{\pi d_1^2}{4}}+\frac{F_0e}{\frac{\pi d_1^3}{32}}$$

$$=\frac{F_0}{\frac{\pi d_1^2}{4}}\left(1+\frac{e}{\frac{1}{8}d_1}\right)=\sigma\left(1+\frac{0.7d_1}{\frac{1}{8}d_1}\right)=6.6\sigma$$

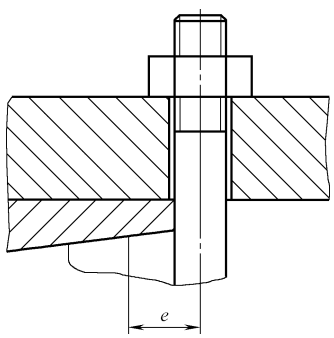


图1-39 例13题图解

钩头螺栓的应力增加率为

$$\frac{6.6\sigma-\sigma}{\sigma}=560\%$$

1.3.2 结构设计

【例15】 结合螺纹连接件的国家标准规定，试找出图1-40所示的螺栓连接结构的错误，并画出正确的结构图。已知被连接件的材料均为HT200，采用标准连接零件（螺栓、螺母、垫片等）。

解：

本题属于螺栓组的结构设计及表达问题，与机械制图密切相关，尤其有关螺纹

的表达方法。同时，本题目螺栓组采用的是标准件，因此各个零件的尺寸应当严格按国家标准规定画出。

图 1-40 的主要错误：

1）不应该用扁螺母，查表 1-90C 级Ⅰ型六角螺母，M12 螺母其厚度最大为 $m=12.17\text{mm}$。

2）弹簧垫的尺寸不对，直径太大，查表 1-99 标准型弹簧垫圈：M12 对应的弹簧垫尺寸为：$s=3.1\text{mm}$，$H_{\min}=6.2\text{mm}$，$H_{\max}=7.75\text{mm}$，$m=1.55\text{mm}$。改正后的见图 1-41 所示。

3）弹簧垫的缺口方向不对，查表 1-99 标准型弹簧垫圈，应该顺着拧螺母的方向，改正后的见图 1-41 所示。

4）整个螺栓装不进去，应当掉过头来安装，即从右面插入。

5）螺栓长度不对，应取标准长：查表 1-74 粗牙六角头螺栓，长度范围为 45 ~ 120mm，取 M12 ×60。

6）螺栓的螺纹段长度太短，应该查表 1-74 粗牙六角头螺栓，螺纹段长度为 $b=30\text{mm}$，如图 1-41 所示。

7）因为被连接件的材料均为 HT200，铸造表面不平整，如果直接拧螺栓有可能螺栓的轴线与被连接表面不垂直而使螺栓产生附加弯矩，从而降低了螺栓的寿命。因此，凡是与螺栓连接的铸造表面必须进行加工，根据本题的结构宜采用沉孔结构为好，在螺钉头以及弹簧垫下面的连接件表面用锪刀锪平，即称鱼眼坑或沉孔。

8）螺栓距离机体底面太近，应向上移一些距离，如图 1-41 所示。

9）因为是受拉螺栓，因此被连接件的两块板都应该开成通孔，即钻孔，而且通常应该比螺栓的外径大 1mm 左右；而图 1-40 中左边的板没有比螺栓的外径大。改正后的图如图 1-41 所示。

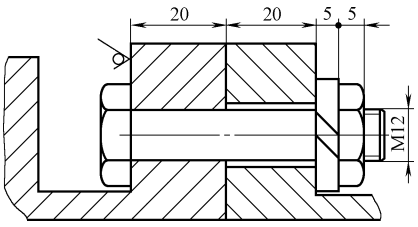


图 1-40　例 15 题图

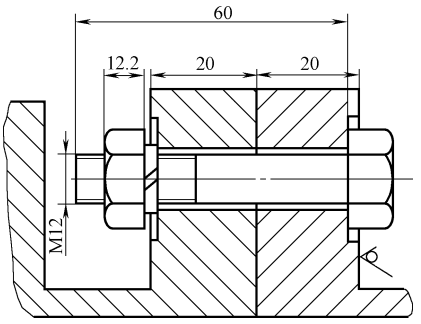


图 1-41　例 15 题图解

【例 16】 找出图 1-42 所示的螺钉连接的结构错误，并画出正确的结构图。已

知被连接件的材料为 Q235，采用标准连接零件（螺栓、螺母、垫片等）。

解：

图 1-42 所示的螺钉连接结构的主要错误有：

1）此结构不应当用螺钉连接，应改为螺栓连接，因被连接件较薄，两块板皆为 20mm，查表 1-73C 级六角头螺栓，M12 螺栓最小长度为 55mm，可选 60mm。长度完全能够满足被连接件厚度的要求（查手册时应该查螺栓标准，在此作为螺钉用），改为螺栓结构的图如图 1-43 所示。

2）按本题的情况，没有必要选用全螺纹的结构，可采用部分螺纹结构的螺栓。

3）被连接件为铸造表面不平整，如果直接拧螺栓有可能螺栓的轴线与被连接表面不垂直而使螺栓产生附加弯矩，从而降低了螺栓的寿命。因此，铸造表面必须进行加工，根据本题的结构宜采用沉孔结构为好，在螺钉头以及弹簧垫下面的连接件表面用锪刀锪平，即称鱼眼坑或沉孔。

4）为了防止螺母松动，必须加弹簧垫，如图 1-43 所示。

5）图 1-42 所示被连接件的交线不应该穿过螺栓，已经被螺栓挡住，改正后如图 1-43 所示。

6）图 1-42 所示螺纹画法不对：拧入部分按阳（外）螺纹画，里面的线应该是细实线。

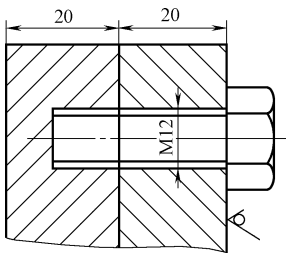


图 1-42　例 16 题图

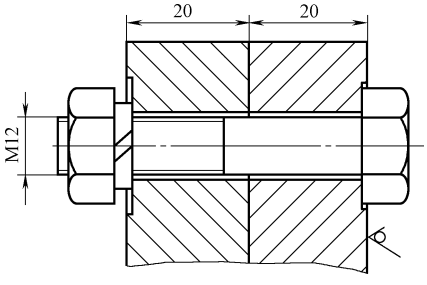


图 1-43　例 16 题图解

【例 17】 找出图 1-44 所示的螺钉连接的结构错误，并画出正确的结构图。已知被连接件的材料为 Q235，采用标准连接零件（螺栓、螺母、垫片等）。

解：

图 1-44 所示的螺钉连接结构的主要错误有：

1）此结构用螺钉连接是正确的，因为被连接件一个较薄、另一个较厚，按本题的情况，没有必要选用全螺纹的结构，可采用部分螺纹结构的螺栓，见表 1-74C 级六角头螺栓，如图 1-45 所示。

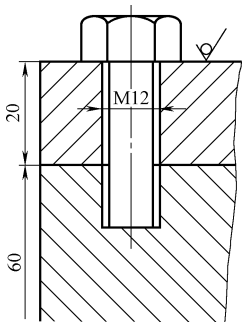


图 1-44　例 17 题图

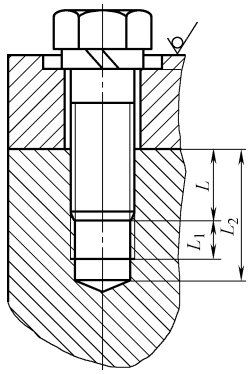


图 1-45　例 17 题图解

2）上面的薄板应该开成通孔，即钻孔，而且通常应该比螺栓的外径大 1mm 左右。

3）1-45 所示的螺钉连接画法不对，被连接件也应当有内螺纹。应该有螺纹钻孔、攻螺纹、旋入深度，并查表 1-71 普通螺纹内、外螺纹余留长度、钻孔余留深度、螺栓突出螺母末端长度等标准，查得 M12 螺栓：外螺纹 $L=5.5$mm；内螺纹 $L_1=3.5$mm；钻孔 $L_2=11$mm，如图 1-45 所示。

4）被连接件为铸造表面不平整，如果直接拧螺栓有可能螺栓的轴线与被连接表面不垂直而使螺栓产生附加弯矩，从而降低了螺栓的寿命。因此，铸造表面必须进行加工，根据本题的结构宜采用沉孔结构为好，在螺钉头以及弹簧垫下面的连接件表面用锪刀锪平，即称鱼眼坑或沉孔，如图 1-45 所示。

5）为了防止螺母松动，必须加弹簧垫，如图 1-45 所示。

【例 18】　指出图 1-46 所示的双头螺柱连接的结构错误，并画出正确的结构图。已知被连接件的材料为 Q235，采用标准连接零件（螺栓、螺母、垫片等）。

解：

图 1-46 所示的双头螺柱连接结构主要错误有：

1）双头螺柱的光杆部分不能拧进被下面较厚连接件的内螺纹，为了拧紧，通常将螺纹终止线与被连接件的接缝面画在同一条线上，如图 1-47 所示。

2）锥孔角度应与钻头尖同一角度，即为 120°；且画法不对，角度的终止线应该画在钻孔线上，而不是阴螺纹线上，改正后见图 1-47。

3）关于螺纹的画法：应该查表 1-71 普通螺纹内、外螺纹余留长度、钻孔余留深度等标准，查得 M12 螺栓：外螺纹 $L=5.5$mm；内螺纹 $L_1=3.5$mm；钻孔 $L_2=11$mm，改正后如图 1-47 所示；当然，在装配图中也可以省略钻孔深度。

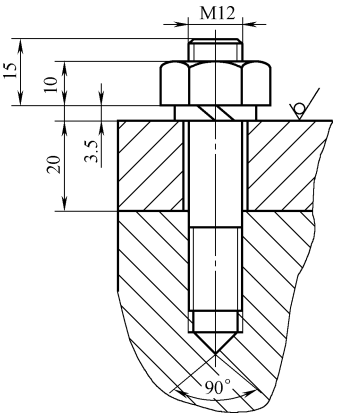


图 1-46　例 18 题图

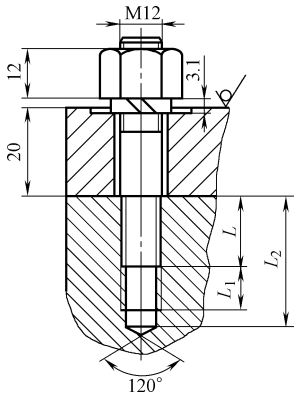


图 1-47　例 18 题图解

【例 19】 指出图 1-48 所示紧定螺钉连接的结构错误，并画出正确的结构图。已知被连接件的材料为 Q235，采用标准紧定螺钉。

解：

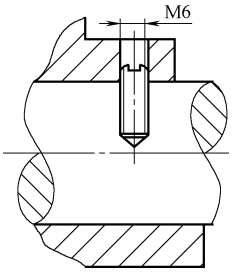


图 1-48　例 19 题图

1）因上面的被连接件（轴套）为光孔，没车螺纹，因此螺钉无法拧进，应加工成内螺纹，改正后见图 1-49、图 1-50。

2）轴上无螺纹，螺钉拧不进。改正方法有两种：第一种方法是将螺钉拧紧顶住轴，见图 1-49；第二种方法是将轴钻孔、攻螺纹加工成阴（内）螺纹，再将螺钉拧紧，见图 1-50；后一种方法定位效果更好一些，但是工艺比前一种复杂。

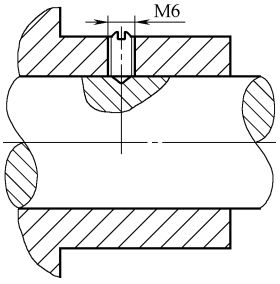


图 1-49　例 19 题图解 1

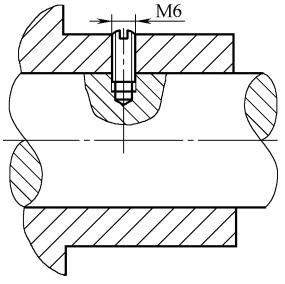


图 1-50　例 19 题图解 2

第 2 章　键、花键、销和无键连接

2.1　基本设计理论及设计方法

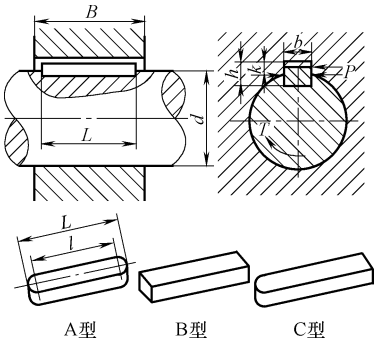
2.1.1　键连接的应用及类型特点

键主要用于连接轴与带毂的零件，例如齿轮、蜗轮、带轮、链轮等，作零件的周向固定并传递转矩。键连接是可拆连接，键是标准件，设计时可按工作要求选用适当的类型和尺寸，必要时做强度校核计算。

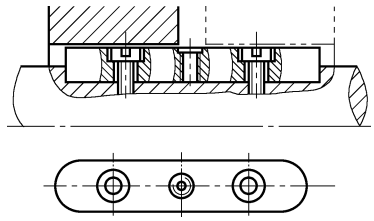
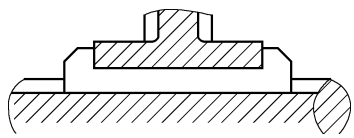
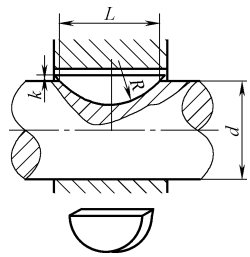
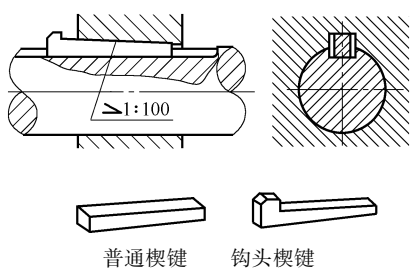
键连接按不同的装配形式可分为两大类，即松连接和紧连接，松连接是靠侧面挤压进行工作的，工程中用得较多。松连接根据用途分为平键和半圆键，平键又分为普通平键、导向键及滑键。平键连接的特点是：装拆方便，零件对中性好，容易制造，作用可靠，多用于高精度连接。但只能作圆周方向固定，不能承受轴向力。紧连接分为楔键、斜键和切向键连接，这种连接对中性较差，有偏心，不宜高速和精度要求高的连接。

键连接的主要分类特点如表 2-1 所示。

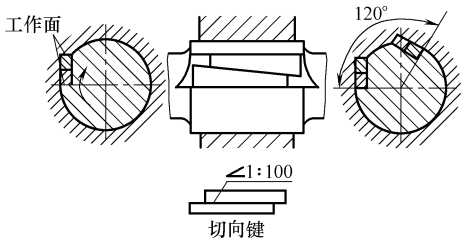
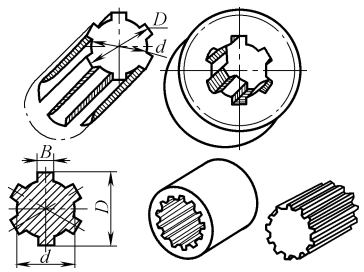
表 2-1　键连接的主要类型

类型	分类	结　构	特点和应用
平键连接	普通平键（静连接）		键的上表面与毂不接触，有间隙，侧面与槽轴及轮毂槽间为配合尺寸，两侧面为工作面，靠键与槽的挤压和键的剪切传递转矩 A 型圆头平键连接轴上的槽用指状铣刀加工，因此键与槽同形，定位好，工程上最常用。但是，由于指状铣刀圆角半径小，因此轴槽的应力集中较大，降低了轴的疲劳强度 B 型键用盘铣刀进行加工，盘铣刀圆角半径大，因此键与槽不同形，轴向定位效果不好，但是对轴槽的应力集中小。轮毂槽是用拉刀或插刀进行加工 C 型键是 A 型圆头平键的一部分，用于轴端以便于拆卸

（续）

类型	分类	结　构	特点和应用
平键连接	导向平键		当轴上的零件需要在轴上移动时，可采用导向平键连接，即键用螺钉固定在轴槽中，键不动，轮毂轴向移动，如左图所示。导向键为动连接
	滑键		键用螺钉固定在毂槽中，轴可以沿键移动称为滑键，如左图所示。滑键为动连接
半圆键连接			半圆键连接如左图所示，轴槽用与半圆键形状相同的铣刀加工，键能在槽中绕几何中心摆动，键的侧面为工作面，工作时靠其侧面的挤压来传递转矩 半圆键连接的特点是：工艺性好，装配方便，尤其适用于锥形轴与轮毂的连接 缺点：轴槽对轴的强度削弱较大。只适宜轻载连接
楔键连接			楔键连接靠键的上下表面与毂孔及轴槽之间的楔紧产生的摩擦力传递转矩，并可传递小部分单向轴向力。分为普通楔键和钩头楔键两种，如左图所示，普通楔键也有圆头、方头及单圆头三种。上、下面为工作表面，有 1:100 斜度（侧面有间隙） 特点：适用于低速轻载，精度要求不高。这种连接对中性较差，有偏心，不宜用于高速和精度要求高的连接，变载下易松动。钩头只用于轴端连接，且为安全要罩上。如在中间使用，则键槽应比键长 2 倍才能装入

（续）

类型	分类	结　构	特点和应用
切向键连接			切向键连接由两个斜度为1:100的楔键组成，靠工作面与轴及轮毂相挤压来传递转矩，如左图所示。切向键的上、下两面为工作面，布置在圆周的切向。一个切向键连接只能单向传动。当要求双向传动时，必须用两个切向键且成120°布置，以便不至于严重削弱轴与轮毂的强度。因为键槽对轴削弱较大，因此适于 $d>100$mm 的轴，且只能在对中要求不高时采用
花键连接		 矩形花键　　渐开线及细齿渐开线花键	花键连接由带有多个纵向键齿的轴（外花键）与毂孔（内花键）组成，如左图所示，花键可视为由多个平键组成，键齿侧面为工作面。依靠内、外花键齿侧面的相互挤压传递转矩 根据齿形，分为矩形花键、渐开线花键及细齿渐开线花键 花键可用于静连接，也可用于动连接

2.1.2　平键连接的设计计算方法

1. 平键连接的强度计算

平键连接是靠两个侧面进行工作的，因此平键连接的主要失效形式为侧面压溃、键的剪断（静连接）和磨损（动连接），压溃和磨损是平键的主要失效形式。键的受力如表2-1所示，键连接的抗压强度计算为

$$\sigma_{\mathrm{P}}=\frac{\dfrac{T}{d/2}}{\dfrac{h}{2}l'}=\frac{4T}{dhl'}\leqslant[\sigma]_{\mathrm{P}}$$

平键连接的抗剪强度计算为

$$\tau=\frac{\dfrac{T}{d/2}}{bl'}=\frac{2T}{dbl'}\leqslant[\tau]$$

式中　h——键的高度（mm）；

l'——键的工作长度（mm）；对于圆头平键：$l'=L-b$；对于方头平键：$l'=L$，L 为键的公称长度，b 为键的宽度；

T——轴的转矩（N·mm）；

d——轴的直径（mm）；

$[\sigma]_P$——许用挤压应力（MPa），如为动连接时，改为压强 $[p]$，见表 2-2；

$[\tau]$——许用切应力（MPa），静载时可取 120MPa，冲击静载时可取 60MPa。

表 2-2　键连接的许用应力　　（单位：MPa）

连接的工作方式	连接中较弱材料	$[\sigma]_P$ 或 $[p]$		
		静载荷	轻微冲击载荷	冲击载荷
静连接时 $[\sigma]_P$	锻钢、铸钢	125 ~ 150	100 ~ 120	60 ~ 90
	铸铁	70 ~ 80	50 ~ 60	30 ~ 45
动连接时 $[p]$	锻钢、铸钢	50	40	30

2. 平键连接的设计

因为平键是标准件，设计时先选择平键类型、尺寸，然后再进行强度验算。具体方法是：

（1）类型选择　键的类型应根据键连接的结构、使用要求和工作状况来选择。选择时应考虑传递转矩的大小、连接的对中性要求、是否要求轴向固定、轴上的零件是否需要沿轴滑动等。如果滑动，与滑动距离的长短以及键在轴上的位置（在轴的中部还是端部）等都有关。

（2）确定键长　由轴段长（或毂宽）选键长，即由键所在的阶梯轴的轴段长减掉 3 ~ 8mm 左右，使键槽离开阶梯轴的直径变化处，以避免该截面产生过大的应力集中，并且按标准（GB/T 1096—2003）选出接近的标准键的长度 L 作为设计长度。

（3）确定键宽　由键所在轴的截面尺寸即轴径 d 按标准（GB/T 1096—2003）选择键的宽度 b 及键高 h。

（4）验算强度　选好尺寸后核算键的挤压强度，必要时可核算键的剪切强度，当强度不够时，可采用双键连接。

如果选用了双键，应成 180°布置以使受力均匀，双键在作强度计算时，按 1.5 个键计算以考虑安全。如果选用双键后强度还不够，可考虑增大轴径，或改选键的类型，或增大键长，但轮毂太长受力会不均匀，因此，最好的办法是改用花键连接。

2.1.3　花键连接的设计计算方法

花键连接的强度计算与平键连接相类似，即：根据使用要求和连接的结构特点，选定花键连接的类型和尺寸，再进行必要的强度校核计算。花键连接的受力情况以表 2-1 矩形花键所示图为例进行分析，因为花键靠侧面进行工作，因此其主要失效形式仍然是键齿的压溃（静连接）或磨损（动连接）。所以一般只进行挤压强度（静连接）或耐磨性（动连接）验算，即

静连接：
$$\sigma_{\mathrm{P}}=\frac{T}{\gamma_{\mathrm{m}}hl'k}\leqslant[\sigma]_{\mathrm{P}}$$

动连接：
$$p=\frac{T}{\gamma_{\mathrm{m}}hl'k}\leqslant[p]$$

式中　$\gamma_{\mathrm{m}}=\dfrac{\gamma_{内}+\gamma_{外}}{2}=\dfrac{d/2+D/2}{2}=\dfrac{D+d}{4}$；

$h=\dfrac{D-d}{2}-2C$；

C——倒角尺寸（mm）；

$[\sigma]_{\mathrm{P}}$——许用挤压应力（MPa），见表 2-3；

$[p]$——压强（MPa），见表 2-3。

表 2-3　花键连接的许用挤压应力［σ_{P}］和压强［p］　（单位：MPa）

连接工作方式		工作条件	许用挤压应力	齿面未经热处理	齿面经热处理
静连接		不良	［σ_{P}］	35～55	40～70
		中等		60～100	100～140
		良好		80～120	120～200
动连接	不在载荷下移动	不良	［p］	15～20	20～35
		中等		20～30	30～60
		良好		25～40	40～70
	在载荷下移动	不良		—	3～10
		中等		—	5～15
		良好		—	10～20

注：1. 工作条件不良是指受变载荷、有双向冲击、振动频率高和振幅大、润滑不良（动连接）、材料硬度不高或精度不高等。

2. 同一情况下，［σ_{P}］或［p］的较小值用于工作时间长和较重要的场合。

2.1.4　销连接的用途分类及计算方法

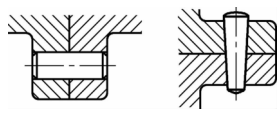
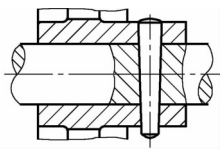
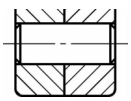
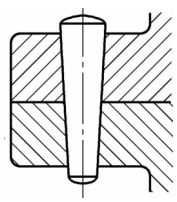
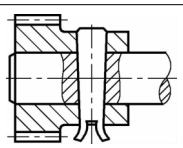
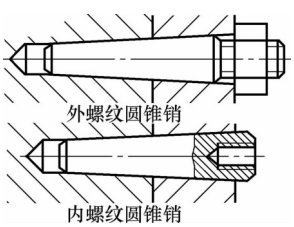
销连接主要用于固定零件间的位置，称定位销；也可用于连接，传递不大的载

荷，称连接销；还可作安全保护装置中的剪断元件，称为安全销。

销连接的选择通常首先查《机械设计手册》，按连接的用途和定位零件尺寸（例如轴直径或被连接件的厚度等）以及传递载荷大小等方面去选择销的类型（见表 2-4），凭经验估出定位销的尺寸，一般不进行强度校核，必要时按剪切和挤压强度进行校核计算。

安全销在机器过载时应被剪断，因此销的直径应按过载时被剪断的条件确定。

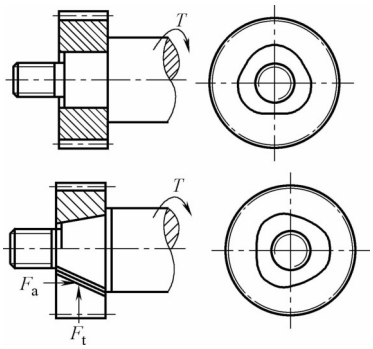
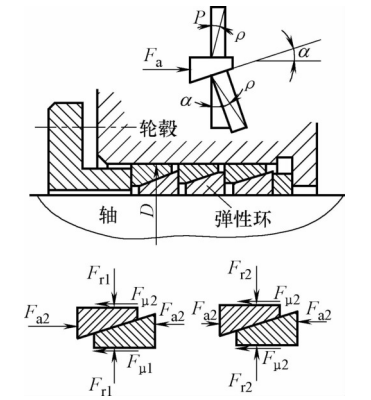
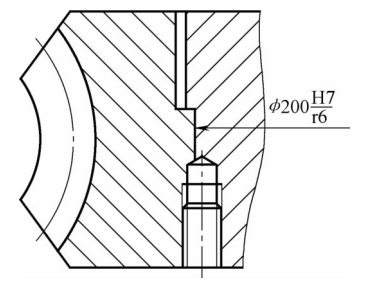
表 2-4　销连接的主要类型及应用

分类	类型	结　构	特点和应用
按用途分	定位销		定位销主要用于固定零件间的位置，如左图所示，定位销必须多于两个，一般取两个定一个平面
	连接销		连接销用于连接，能够传递不大的载荷 如左图所示的销，将轴毂与轴连接起来，结构简单
按形状分	圆柱销		圆柱销形状为圆柱形，加工较简单，但是不能多次装拆，否则定位精度会下降
	圆锥销		圆锥销一般加工成锥度为 1∶50，可自锁，定位精度较高，为了便于拆卸，圆锥销的高度应大于被连接件的厚度，如左图所示。圆锥销有很高的定位精度，且允许多次装拆，因此广泛应用在各种机械中，例如减速器上、下箱体的定位就采用了圆锥销
	开尾圆锥销		如左图所示，开尾圆锥销在圆锥的小端加工成两半，安装后使其分开，从而防止脱出。尤其适用于有冲击、振动的场合而不至于松脱
	带螺纹的圆锥销		带螺纹的圆锥销可用于结构受限、使销孔无法开通的不通孔或拆卸困难的场合，例如蜗杆减速器侧面的箱盖与箱体无法开通销孔，可用螺尾圆锥销定位，并利用拧螺母使销杆产生轴向位移而很容易拆下圆锥销。内螺纹圆锥销多用于结构受限无法用外扳手的情况

2.1.5　无键连接的分类及应用

凡是轴和毂的连接不用键时，统称为无键连接。无键连接包括成形连接、弹性环连接和过盈连接，其分类及特点和应用如表 2-5 所示。

表 2-5　无键连接分类及特点和应用

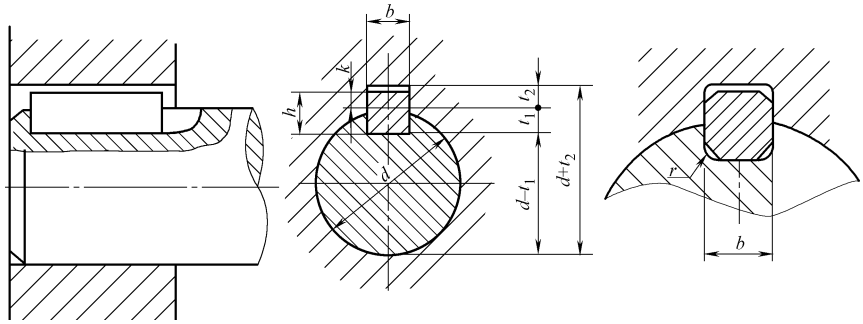
分类	结　构	特点和应用
成形连接		成形连接是利用非圆截面的轴与相应的毂孔构成的连接。轴和毂孔可做成柱形或锥形，见左图。前者只能传递转矩，但可用作不在载荷下移动的动连接，后者还能传递轴向力 成形连接定心性好，装拆也方便。成形连接没有键槽及尖角等应力集中源，因此可传递很大的转矩。但由于制造工艺较困难，非圆截面轴先经车削，然后磨削；毂孔先经钻镗或拉削，然后磨制，这样，才能保证配合精度，因此应用并不普遍
弹性环连接		依靠轴毂之间以锥面贴合并挤紧的内、外弹性钢环构成的连接，见左图。在由拧紧螺纹连接而产生的轴向压紧力作用下，两环抵紧，内环缩小而箍紧轴，外环胀大而撑紧毂，于是在接触面间产生径向压力，载荷就靠相伴而生的摩擦力来传递。环的对数不宜过多，以不超过 3～4 对为宜 弹性环连接能够传递相当大的转矩和轴向力，定心性好，没有应力集中源，装拆方便，但是由于结构复杂，即在轴与毂之间须安装弹性环，因此应用受到了限制
过盈连接		利用两个被连接件本身的过盈配合来实现的连接，一为包容件，一为被包容件。其配合表面通常为圆柱面，如图为蜗轮轮缘与轮心的过盈配合；也可为圆锥面。这种连接能传递载荷的原因在于零件具有弹性和连接具有装配过盈。因此，装配后包容件和被包容件的径向变形使配合面间产生了很大的径向压力，工作时就靠径向压力所产生的摩擦力来传递载荷

2.2　键、花键和销连接的实用设计数据

2.2.1　平键连接的设计数据

1. 平键键槽的剖面尺寸（见表 2-6）

表 2-6　平键键槽的剖面尺寸（GB/T 1095—2003）　　（单位：mm）



普通平键键槽的尺寸与公差

键尺寸 $b\times h$	键槽											
	宽度 b						深度				半径 r	
	基本尺寸	极限偏差					轴 t_1		毂 t_2			
		正常连接		紧密连接	松连接		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		
		轴 N9	毂 JS9	轴和毂 P9	轴 H9	毂 D10					min	max
2×2	2	−0.004 −0.029	±0.0125	−0.006 −0.031	+0.025 0	+0.060 +0.020	1.2	+0.1 0	1.0	+0.1 0	0.08	0.16
3×3	3						1.8		1.4			
4×4	4	0 −0.030	±0.015	−0.012 −0.042	+0.030 0	+0.078 +0.030	2.5		1.8			
5×5	5						3.0		2.3		0.16	0.25
6×6	6						3.5		2.8			
8×7	8	0 −0.036	±0.018	−0.015 −0.051	+0.036 0	+0.098 +0.040	4.0	+0.2 0	3.3	+0.2 0	0.25	0.40
10×8	10						5.0		3.3			
12×8	12	0 −0.043	±0.0215	−0.018 −0.061	+0.043 0	+0.120 +0.050	5.0		3.3			
14×9	14						5.5		3.8			
16×10	16						6.0		4.3			
18×11	18						7.0		4.4			

（续）

普通平键键槽的尺寸与公差

键尺寸 $b\times h$	键槽											
	宽度 b						深度				半径 r	
	基本尺寸	极限偏差					轴 t_1		毂 t_2			
		正常连接		紧密连接	松连接		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		
		轴 N9	毂 JS9	轴和毂 P9	轴 H9	毂 D10					min	max
20×12	20	0 −0.052	±0.026	−0.022 −0.074	+0.052 0	+0.149 +0.065	7.5	+0.2 0	4.9	+0.2 0	0.40	0.60
22×14	22						9.0		5.4			
25×14	25						9.0		5.4			
28×16	28						10.0		6.4			
32×18	32	0 −0.062	±0.031	−0.026 −0.088	+0.062 0	+0.180 +0.080	11.0		7.4			
36×20	36						12.0		8.4		0.70	1.00
40×22	40						13.0		9.4			
45×25	45						15.0		10.4			
50×28	50						17.0		11.4			
56×32	56	0 −0.074	±0.037	−0.032 −0.106	+0.074 0	+0.220 +0.100	20.0	+0.3 0	12.4	+0.3 0	1.20	1.60
63×32	63						20.0		12.4			
70×36	70						22.0		14.4			
80×40	80						25.0		15.4		2.00	2.50
90×45	90	0 −0.087	±0.0435	−0.037 −0.124	+0.087 0	+0.260 +0.120	28.0		17.4			
100×50	100						31.0		19.5			

注：1. 在工作图中，轴槽深用（$d-t_1$）或 t_1 标注，轮毂槽深用（$d+t_2$）标注。（$d-t_1$）和（$d+t_2$）尺寸偏差按相应的 t_1 和 t_2 的偏差选取，但（$d-t_1$）偏差取负号（−）。

2. 普通型平键的尺寸应符合 GB/T 1096—2003 的规定。

3. 导向型平键的尺寸应符合 GB/T 1097—2003 的规定。

4. 导向型平键的轴槽与轮毂槽用较松键连接的公差。

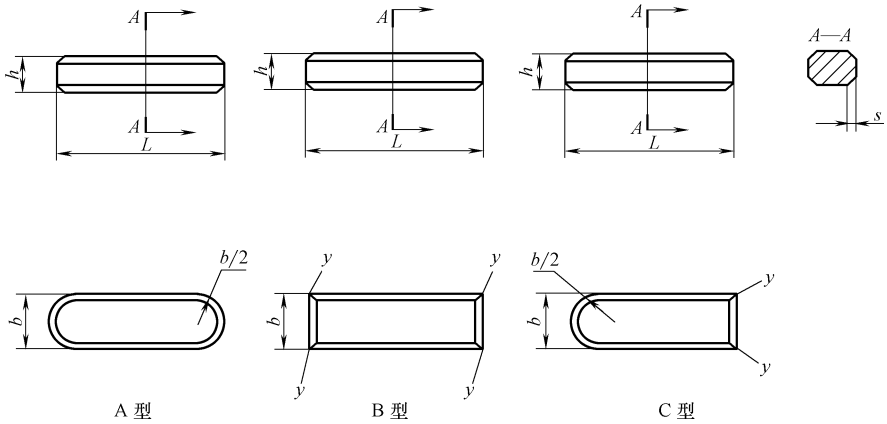
5. 平键轴槽的长度公差用 H14。

6. 轴槽及轮毂槽的宽度 b 对轴及轮毂轴心线的对称度，一般可按 GB/T 1184—1996 表 B4 中对称度公差 7～9 级选取。

7. 键槽表面粗糙度一般规定：轴槽、轮毂槽的键槽宽度 b 两侧面粗糙度参数 Ra 值推荐为 1.6～3.2μm；轴槽底面、轮毂槽底面的表面粗糙度参数 Ra 值为 6.3μm。

2. 普通平键（见表 2-7）

表 2-7　普通平键（GB/T 1096—2003）　　（单位：mm）



注：$y \leqslant s_{max}$

标记示例：

宽度 $b=16$mm，高度 $h=10$mm、长度 $L=100$mm 普通 A 型平键的标记为：

GB/T 1096　键 $16\times10\times100$

宽度 $b=16$mm、高度 $h=10$mm、长度 $L=100$mm 普通 B 型平键的标记为：

GB/T 1096　键 B $16\times10\times100$

宽度 $b=16$mm、高度 $h=10$mm、长度 $L=100$mm 普通 C 型平键的标记为：

GB/T 1096 键 C $16\times10\times100$

普通平键的尺寸与公差

宽度 b	基本尺寸		2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	
	极限偏差（h8）		0 −0.014		0 −0.018			0 −0.022		0 −0.027				0 −0.033		
高度 h	基本尺寸		2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	
	极限偏差	矩形（h11）	—		—			0 −0.090					0 −0.110			
		方形（h8）	0 −0.014		0 −0.018			—					—			
倒角或倒圆 s			0.16～0.25			0.25～0.40			0.40～0.60					0.60～0.80		

（续）

长度 L														
基本尺寸	极限偏差(h14)													
6	0 -0.36			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10						—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0 -0.43					—	—	—	—	—	—	—	—	—
14							—	—	—	—	—	—	—	—
16							—	—	—	—	—	—	—	—
18								—	—	—	—	—	—	—
20	0 -0.52							—	—	—	—	—	—	—
22		—			标准				—	—	—	—	—	—
25		—							—	—	—	—	—	—
28		—								—	—	—	—	—
32	0 -0.62	—								—	—	—	—	—
36		—									—	—	—	—
40		—	—								—	—	—	—
45		—	—					长度				—	—	—
50		—	—	—									—	—
56	0 -0.74	—	—	—										
63		—	—	—	—									
70		—	—	—	—									
80		—	—	—	—	—								
90	0 -0.87	—	—	—	—	—					范围			
100		—	—	—	—	—	—							
110		—	—	—	—	—	—							
125	0 -1.00	—	—	—	—	—	—	—						
140		—	—	—	—	—	—	—						
160		—	—	—	—	—	—	—	—					
180		—	—	—	—	—	—	—	—	—				
200	0 -1.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
220		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
250		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

（续）

普通平键的尺寸与公差

宽度 b 基本尺寸	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
宽度 b 极限偏差（h8）	0 −0.033			0 −0.039				0 −0.046				0 −0.054	
高度 h 基本尺寸	14	16	18	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50
高度 h 极限偏差 矩形（h11）	0 −0.110			0 −0.130				0 −0.160					
高度 h 极限偏差 方形（h8）	—			—				—					
倒角或倒圆 s	0.60 ~ 0.80			1.00 ~ 1.20				1.60 ~ 2.00			2.50 ~ 3.00		

长度 L 基本尺寸	长度 L 极限偏差(h14)	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
70	0 −0.74		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	0 −0.87				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100							—	—	—	—	—	—	—	—
110								—	—	—	—	—	—	
125	0 −1.00									—	—	—	—	—
140										—	—	—	—	—
160					标准						—	—	—	—
180												—	—	—
200	0 −1.15												—	—
220														—
250								长度						
280	0 −1.30													
320	0 −1.40	—												
360		—	—								范围			
400		—	—	—										
450	0 −1.55	—	—	—	—	—								
500		—	—	—	—	—	—							

注：1. 普通型平键的技术条件应符合 GB/T 1568—2008 的规定。

2. 键槽的尺寸应符合 GB/T 1095—2003 的规定。

3. 当键长大于 500 mm 时，其长度应按 GB/T 321—2005 的 R 20 系列选取，为减小由于直线度而引起的问题，键长应 < 10 倍的键宽。

（续）

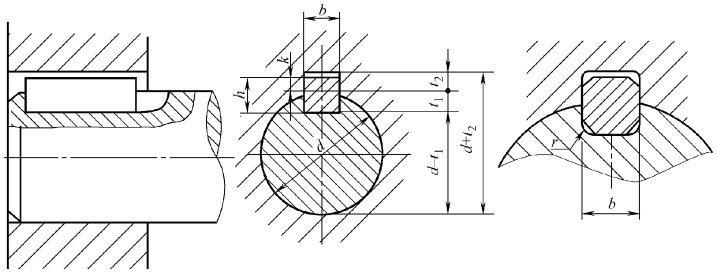
轴径 d	键的公称尺寸				每100mm长的重量/kg
	b(h9)	h(h11)	c 或 r	L(h14)	
自6～8	2	2	0.16～0.25	6～20	0.003
>8～10	3	3		6～36	0.007
>10～12	4	4		8～45	0.013
>12～17	5	5	0.25～0.4	10～56	0.02
>17～22	6	6		14～70	0.028
>22～30	8	7		18～90	0.044
>30～38	10	8	0.4～0.6	22～110	0.063
>38～44	12	8		28～140	0.075
>44～50	14	9		36～160	0.099
>50～58	16	10		45～180	0.126
>58～65	18	11		50～200	0.155
>65～75	20	12	0.6～0.8	56～220	0.188
>75～85	22	14		63～250	0.242
>85～95	25	14		70～280	0.275
>95～110	28	16		80～320	0.352
>110～130	32	18		90～360	0.452
>130～150	36	20	1～1.2	100～400	0.565
>150～170	40	22		100～400	0.691
>170～200	45	25		110～450	0.883
>200～230	50	28		125～500	1.1
>230～260	56	32	1.6～2.0	140～500	1.407
>260～290	63	32		160～500	1.583
>290～330	70	36		180～500	1.978
>330～380	80	40	2.5～3	200～500	2.512
>380～440	90	45		220～500	3.179
>440～500	100	50		250～500	3.925
L 系列	6,8,10,12,14,16,18,20,22,25,28,32,36,40,45,50,56,63,70,80,90,100,110,125,140,160,180,200,220,250,280,320,360,400,450,500				

注：1. 键的公称尺寸不属于 GB/T 1096—2003，但可作由轴径确定键宽和键高以及选择键长的参考。

2. 表中每100mm长的重量系指B型键。

3. 薄型平键键槽的剖面尺寸（见表 2-8）

表 2-8　薄型平键键槽的剖面尺寸（GB/T1566—2003）　（单位：mm）



标记示例：

平头薄型平键（B 型）宽度 $b=10$mm，高度 $h=6$mm、长度 $L=80$mm，标记为：

键 B10 ×60 ×8　GB/T 1567（A 型不标“A”）

薄型平键键槽的尺寸与公差

键尺寸 $b\times h$	键槽											
	宽度 b						深度				半径 r	
	基本尺寸	极限偏差					轴 t_1		毂 t_2			
		正常连接		紧密连接	松连接		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	min	max
		轴 N9	毂 JS9	轴和毂 P9	轴 H9	毂 D10						
5 ×3	5	0	±0.015	−0.012	+0.030	+0.078	1.8	+0.1	1.4	+0.1	0.16	0.25
6 ×4	6	−0.030		−0.042	0	+0.030	2.5	0	1.8	0		
8 ×5	8	0	±0.018	−0.015	+0.036	+0.098	3.0		2.3			
10 ×6	10	−0.036		−0.051	0	+0.040	3.5		2.8		0.25	0.40
12 ×6	12	0	±0.215	−0.018	+0.043	+0.120	3.5		2.8			
14 ×6	14	−0.043		−0.061	0	+0.050	3.5		2.8			
16 ×7	16						4.0	+0.2	3.3	+0.2		
18 ×7	18						4.0	0	3.3	0		
20 ×8	20	0	±0.026	−0.022	+0.052	+0.149	5.0		3.3		0.40	0.60
22 ×9	22	−0.052		−0.074	0	+0.065	5.5		3.8			
25 ×9	25						5.5		3.8			
28 ×10	28						6.0		4.3			
32 ×11	32	0	±0.031	−0.026	+0.062	+0.180	7.0		4.4			
36 ×12	36	−0.062		−0.088	0	+0.080	7.5		4.9		0.70	1.0

注：1. 薄型平键的尺寸应符合 GB/T 1567—2003 的规定。

2. 薄型平键的轴槽长度公差用 H14。

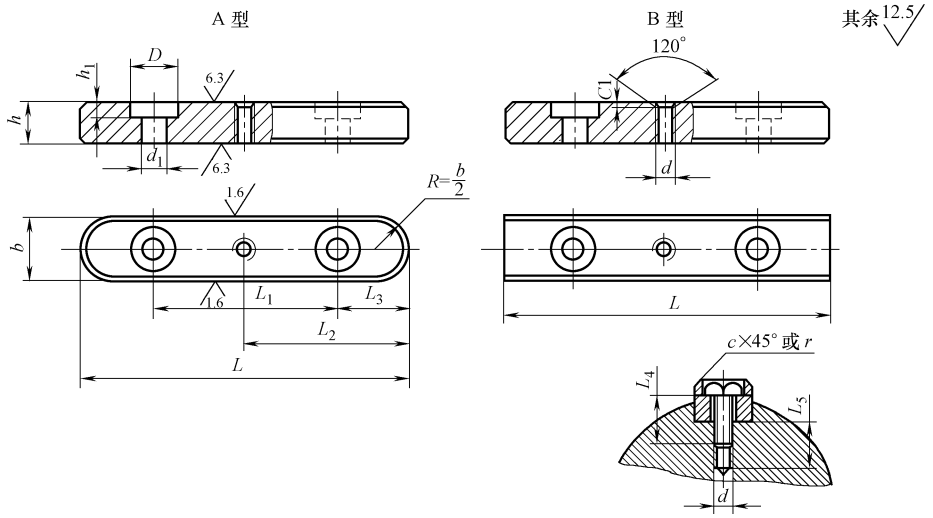
3. 轴槽及轮毂槽的宽度 b 对轴及轮毂轴心线的对称度，一般可按 GB/T 1184—1996 表 B4 中的对称度公差 7 ~ 9 级选取。

4. 键槽表面粗糙度一般规定：轴槽、轮毂槽的键槽宽度 b 两侧面粗糙度参数按 GB/T 1031—2009，选 Ra 值为 1.6 ~ 3.2μm；轴槽底面、轮毂槽底面的表面粗糙度参数按 GB/T 1031—2009，选 Ra 值为 6.3μm。

5. 由轴径确定键宽和键高以及选择键长可参考表 2-7 普通平键中的“键的公称尺寸”。

4. 导向型平键（见表 2-9）

表 2-9　导向型平键（摘自 GB/T 1097—2003）　　（单位：mm）



标记示例：

宽度 $b=16$ mm、高度 $h=10$mm、长度 $L=100$mm 导向 A 型平键的标记为：

GB/T 1097　键 16×100

宽度 $b=16$ mm、高度 $h=10$mm、长度 $L=100$mm 导向 B 型平键的标记为：

GB/T 1097　键 B16×100

导向型平键的尺寸与公差

b	基本尺寸	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45
	极限偏差（h8）	0 −0.022		0 −0.027				0 −0.033				0 −0.039			
h	基本尺寸	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18	20	22	25
	极限偏差（h11）	0 −0.090						0 −0.110					0 −0.130		
c 或 r		0.25 ~ 0.40		0.40 ~ 0.60				0.60 ~ 0.80					1.00 ~ 1.20		
h_1		2.4		3.0	3.5			4.5		6		7	8		
d		M3		M4	M5			M6		M8		M10	M12		
d_1		3.4		4.5	5.5			6.6		9		11	14		
D		6		8.5	10			12		15		18	22		
C_1		0.3		0.5									1.0		
L_0		7	8	10				12		15		18	22		
螺钉（$d\times L_4$）		M3 ×8	M3 ×10	M4 ×10	M5 ×10			M6 ×12	M6 ×16	M8 ×16		M10 ×20	M12 ×25		

（续）

L	L_1	L_2	L_3															
25	13	12.5	6				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	14	14	7				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	16	16	8				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	18	18	9					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	20	20	10					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	25	22.5	11						—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	26	25	12							—	—	—	—	—	—	—	—	—
56	30	28	13								—	—	—	—	—	—	—	—
63	35	31.5	14									—	—	—	—	—	—	—
70	40	35	15				标准						—	—	—	—	—	—
80	48	40	16											—	—	—	—	—
90	54	45	18												—	—	—	—
100	60	50	20	—														—
110	66	55	22							长度								
125	75	62	25	—	—													
140	80	70	30	—	—													
160	90	80	35	—	—	—												
180	100	90	40	—	—	—	—								范围			
200	110	100	45	—	—	—	—	—										
220	120	110	50	—	—	—	—	—	—									
250	140	125	55	—	—		—	—	—	—								
280	160	140	60	—	—	—	—	—	—	—	—							
320	180	160	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
360	200	180	80	—	—	—	—		—	—	—	—	—					
400	220	200	90		—	—	—		—	—	—	—	—	—				
450	250	225	100	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—			

注：1. 导向型平键的技术条件应符合 GB/T 1568—2008 的规定。

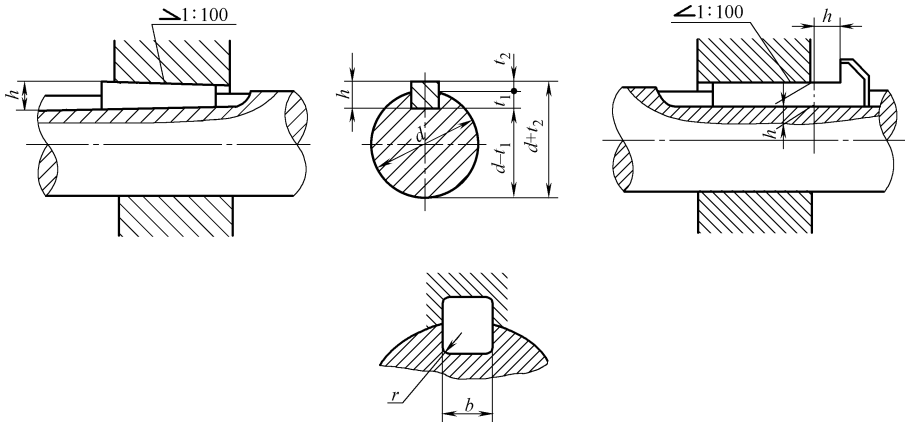
2. 键槽的尺寸应符合 GB/T 1095—2003“键和键槽的剖面尺寸”的规定。

3. 当键长 >450mm 时，其长度应按 GB/T 321—2005“优先数和优先数系”的 R20 系列选取。为减小由于直线度而引起的问题，键长应 <10 倍的键宽。

4. 固定用螺钉应按 GB/T 65—2000“开槽圆柱头螺钉”的规定。

5. 楔键键槽的剖面尺寸（见表 2-10）

表 2-10　楔键键槽的剖面尺寸（GB/T 1563—2003）　　（单位：mm）



注：1.（$d+t_2$）及 t_2 表示大端轮毂槽深度

2. 安装时，键的斜面与轮毂槽的斜面必须紧密贴合

楔键键槽的尺寸与公差

键尺寸 $b\times h$	键槽											
	宽度 b						深度				半径 r	
	基本尺寸	极限偏差					轴 t_1		毂 t_2			
		正常连接		紧密连接	松连接		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		
		轴 N9	毂 JS9	轴和毂 P9	轴 H9	毂 D10					min	max
2×2	2	−0.004 −0.029	±0.0125	−0.006 −0.031	+0.025 0	+0.060 +0.020	1.2	+0.1 0	1.0	+0.1 0	0.08	0.16
3×3	3						1.8		1.4			
4×4	4	0 −0.030	±0.015	−0.012 −0.042	+0.030 0	+0.078 +0.030	2.5		1.8			
5×5	5						3.0		2.3		0.16	0.25
6×6	6						3.5		2.8			
8×7	8	0 −0.036	±0.018	−0.015 −0.051	+0.036 0	+0.098 +0.040	4.0	+0.2 0	3.3	+0.2 0	0.25	0.40
10×8	10						5.0		3.3			
12×8	12	0 −0.043	±0.0215	−0.018 −0.061	+0.043 0	+0.120 +0.050	5.0		3.3			
14×9	14						5.5		3.8			
16×10	16						6.0		4.3			
18×11	18						7.0		4.4			
20×12	20	0 −0.052	±0.026	−0.022 −0.074	+0.052 0	+0.149 +0.065	7.5		4.9		0.40	0.60
22×14	22						9.0		5.4			
25×14	25						9.0		5.4			
28×16	28						10.0		6.4			

（续）

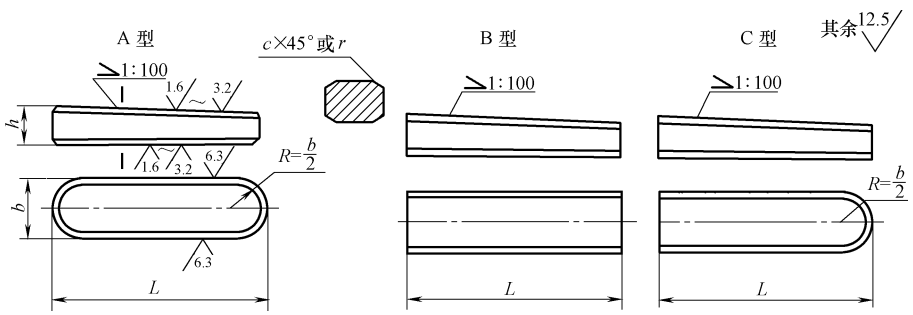
楔键键槽的尺寸与公差

键尺寸 $b\times h$	键槽											
	宽度 b						深度				半径 r	
	基本尺寸	极限偏差					轴 t_1		毂 t_2			
		正常连接		紧密连接	松连接		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		
		轴 N9	毂 JS9	轴和毂 P9	轴 H9	毂 D10					min	max
32×18	32	0 −0.062	±0.031	−0.026 −0.088	+0.062 0	+0.180 +0.080	11.0	+0.2 0	7.4	+0.2 0	0.40	0.60
36×20	36						12.0	+0.3 0	8.4	+0.3 0	0.70	1.00
40×22	40						13.0		9.4			
45×25	45						15.0		10.4			
50×28	50						17.0		11.4			
56×32	56	0 −0.074	±0.037	−0.032 −0.106	+0.074 0	+0.220 +0.100	20.0		12.4		1.20	1.60
63×32	63						20.0		12.4			
70×36	70						22.0		14.4			
80×40	80						25.0		15.4		2.00	2.50
90×45	90	0 −0.087	±0.0435	−0.037 −0.124	+0.087 0	+0.260 +0.120	28.0		17.4			
100×50	100						31.0		19.5			

注：1. 普通型楔键的尺寸应符合 GB/T 1564—2003 的规定。
2. 钩头型楔键的尺寸应符合 GB/T 1565—2003 的规定。
3. 键槽表面粗糙度一般规定：轴槽、轮毂槽的键槽宽度 b 两侧面粗糙度参数按 GB/T 1031—2009，选 Ra 值为 1.6 ~ 3.2μm；轴槽底面、轮毂槽底面的表面粗糙度参数按 GB/T 1031—2009，选 Ra 值为 6.3μm。

6. 普通型楔键（见表 2-11）

表 2-11　普通型楔键（GB/T 1564—2003）　　（单位：mm）



标记示例：

宽度 b = 16mm、高度 h = 10mm、长度 L = 100mm 普通 A 型楔键的标记为：

GB/T 1564　键 16×100

宽度 b = 16mm、高度 h = 10mm、长度 L = 100mm 普通 B 型楔键的标记为：

GB/T 1564　键 B16×100

宽度 b = 16mm、高度 h = 10mm、长度 L = 100mm 普通 C 型楔键的标记为：

GB/T 1564　键 C16×100

（续）

普通楔键的尺寸与公差

宽度 b	基本尺寸	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22
	极限偏差（h8）	0 −0.014		0 −0.018			0 −0.022		0 −0.027				0 −0.033	
高度 h	基本尺寸	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14
	极限偏差（h11）	0 −0.060		0 −0.075			0 −0.090					0 −0.110		
倒角或倒圆 s		0.16～0.25			0.25～0.40			0.40～0.60					0.60～0.80	

长度 L														
基本尺寸	极限偏差(h14)													
6	0 −0.36			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10						—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0 −0.43					—	—	—	—	—	—	—	—	—
14							—	—	—	—	—	—	—	—
16							—	—	—	—	—	—	—	—
18								—	—	—	—	—	—	—
20	0 −0.52							—	—	—	—	—	—	—
22		—			标准				—	—	—	—	—	—
25		—							—	—	—	—	—	—
28		—								—	—	—	—	—
32	0 −0.62	—								—	—	—	—	—
36		—									—	—	—	—
40		—	—								—	—	—	—
45		—	—					长度					—	—
50		—	—	—									—	—
56	0 −0.74	—	—	—										—
63		—	—	—	—									
70		—	—	—	—									
80		—	—	—	—	—								
90	0 −0.87	—	—	—	—	—					范围			
100		—	—	—	—	—	—							
110		—	—	—	—	—	—							
125	0 −1.00	—	—	—	—	—	—	—						
140		—	—	—	—	—	—	—						
160		—	—	—	—	—	—	—	—					
180		—	—	—	—	—	—	—	—	—				
200	0 −1.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
220		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
250		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

（续）

普通楔键的尺寸与公差

宽度 b	基本尺寸	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
	极限偏差（h8）	0 −0.033		0 −0.039					0 −0.046				0 −0.054	
高度 h	基本尺寸	14	16	18	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50
	极限偏差（h11）	0 −0.110			0 −0.130				0 −0.160					
倒角或倒圆 s		0.60 ~ 0.80			1.00 ~ 1.20				1.60 ~ 2.00			2.50 ~ 3.00		

长度 L														
基本尺寸	极限偏差(h14)													
70	0 −0.74		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	0 −0.87				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100							—	—	—	—	—	—	—	—
110								—	—	—	—	—	—	—
125	0 −1.00								—	—	—	—	—	—
140										—	—	—	—	—
160					标准						—	—	—	—
180												—	—	—
200	0 −1.15												—	—
220														—
250								长度						
280	0 −1.30													
320	0 −1.40	—												
360		—	—								范围			
400		—	—	—										
450	0 −1.55	—	—	—	—	—								
500		—	—	—	—	—	—							

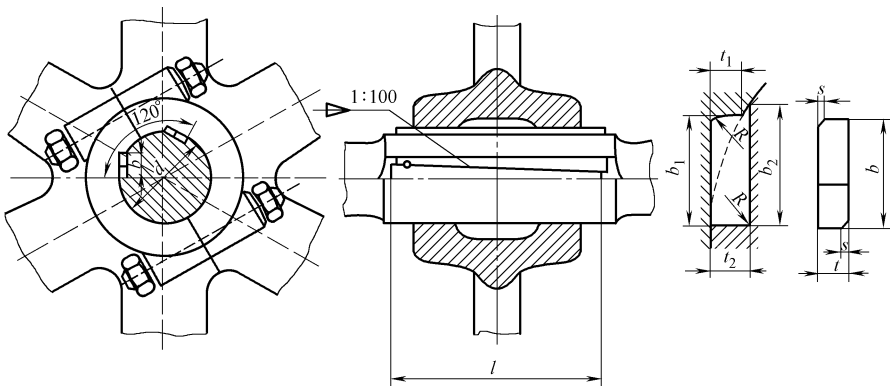
注：1. 普通型楔键的技术条件应符合 GB/T 1568—2008 的规定。

2. 键槽的尺寸应符合 GB/T 1563—2003 楔键键槽的剖面尺寸的规定。

3. 当键长 > 500 mm 时，其长度应按 GB/T 321—2005 的 R20 系列选取，为减小由于直线度而引起的问题，键长应 < 10 倍的键宽。

7. 切向键及其键槽（见表 2-12）

表 2-12　切向键及其键槽（GB/T 1974—2003）　　（单位：mm）



注：1. 一对切向键在装配之后的相互位置应用销或其他适当的方法固定

2. 长度 L 按实际结构确定，建议一般比轮毂厚度长 10% ~15%

3. 一对切向键在装配时，1∶100 的两斜面之间，以及键的两工作面与轴槽和轮毂槽的工作面之间都必须紧密结合

4. 当出现交变冲击负荷时，轴径从 100mm 起，推荐选用强力切向键

5. 两副切向键如果 120°安装有困难时，也可以 180°安装

标记示例：

计算宽度 $b=24$mm、厚度 $t=8$mm、长度 $l=100$mm 的普通型切向键的标记为：

GB/T 1974　切向键 24×8×100

计算宽度 $b=60$mm、厚度 $t=20$mm、长度 $l=250$mm 的强力型切向键的标记为：

GB/T 1974　强力切向键 60×20×250

切向键及其键槽的尺寸与公差

轴径 d	键					键槽							
	厚度 t		计算宽度 b	倒角 s		深度				计算宽度		半径 R	
						轮毂 t_1		轴 t_2		轮毂 b_1	轴 b_2		
	尺寸	偏差 h11		min	max	尺寸	偏差	尺寸	偏差			max	min
60	7	0 -0.090	19.3	0.6	0.8	7	0 -0.2	7.3	+0.2 0	19.3	19.6	0.6	0.4
63			19.8							19.8	20.2		
65			20.1							20.1	20.5		
70			21.0							21.0	21.4		
71	8		22.5			8		8.3		22.5	22.8		
75			23.2							23.2	23.5		
80			24.0							24.0	24.4		

（续）

切向键及其键槽的尺寸与公差

轴径 d	键					键槽							
	厚度 t		计算宽度 b	倒角 s		深度				计算宽度		半径 R	
						轮毂 t_1		轴 t_2		轮毂 b_1	轴 b_2		
	尺寸	偏差 h11		min	max	尺寸	偏差	尺寸	偏差			max	min
85	8	0 −0.090	24.8	0.6	0.8	8	0 −0.2	8.3	+0.2 0	24.8	25.2	0.6	0.4
90			25.6							25.6	26.0		
95	9		27.8			9		9.3		27.8	28.2		
100			28.6							28.6	29.0		
110			30.1							30.1	30.6		
120	10		33.2	1.0	1.2	10		10.3		33.2	33.6	1.0	0.7
125			33.9							33.9	34.4		
130			34.6							34.6	35.1		
140	11	0 −0.110	37.7			11		11.4		37.7	38.3		
150			39.1							39.1	39.7		
160	12		42.1			12	0 −0.3	12.4	+0.3 0	42.1	42.8		
170			43.5							43.5	44.2		
180			44.9							44.9	45.6		
190	14		49.6			14		14.4		49.6	50.3		
200			51.0							51.0	51.7		
220	16		57.1	1.6	2.0	16		16.4		57.1	57.8	1.6	1.2
240			59.9							59.9	60.6		
250	18		64.6			18		18.4		64.6	65.3		
260			66.0							66.0	66.7		
280	20	0 −0.130	72.1	2.5	3.0	20		20.4		72.1	72.8	2.5	2.0
300			74.8							74.8	75.5		
320	22		81.0			22		22.4		81.0	81.6		
340			83.6							83.6	84.3		
360	26		93.2			26		26.4		93.2	93.8		
380			95.9							95.9	96.6		
400			98.6							98.6	99.3		
420	30		108.2	3.0	4.0	30		30.4		108.2	108.8	3.0	2.5
440			110.9							110.9	111.6		
450			112.3							112.3	112.9		
460			113.6							113.6	114.3		

（续）

切向键及其键槽的尺寸与公差

轴径 d	键					键槽							
	厚度 t		计算宽度 b	倒角 s		深度				计算宽度		半径 R	
						轮毂 t_1		轴 t_2		轮毂 b_1	轴 b_2		
	尺寸	偏差 h11		min	max	尺寸	偏差	尺寸	偏差			max	min
480	34	0 -0.160	123.1	3.0	4.0	34	0 -0.3	34.4	+0.3 0	123.1	123.8	3.0	2.5
500			125.9							125.9	126.6		
530	38		136.7			38		38.4		136.7	137.4		
560			140.8							140.8	141.5		
600	42		153.1			42		42.4		153.1	153.8		
630			157.1							157.1	157.8		

注：1. 当轴径 d 位于两相邻轴径值之间时，采用大轴径值的 t 和 t_1、t_2，但 b 和 b_1、b_2 须按下式计算：

$$b = b_1 = \sqrt{t(d-t)}$$

$$b_2 = \sqrt{t_2(d-t_2)}$$

2. 当轴径 d 超过 630mm 时，推荐：$t = t_1 = 0.07d$，$b = b_1 = 0.25d$

强力型切向键及键槽尺寸

轴径 d	键					键槽							
	厚度 t		计算宽度 b	倒角 s		深度				计算宽度		半径 R	
						轮毂 t_1		轴 t_2		轮毂 b_1	轴 b_2		
	尺寸	偏差 h11		min	max	尺寸	偏差	尺寸	偏差			max	min
100	10	0 -0.090	30	1.0	1.2	10	0 -0.2	10.3	+0.2 0	30	30.4	1.0	0.7
110	11	0 -0.110	33			11		11.4		33	33.5		
120	12		36			12	0 -0.3	12.4	+0.3 0	36	36.5		
125	12.5		37.5			12.5		12.9		37.5	38.0		
130	13		39			13		13.4		39	39.5		
140	14		42			14		14.4		42	42.5		
150	15		45			15		15.4		45	45.5		
160	16		48			16		16.4		48	48.5		
170	17		51	1.6	2.0	17		17.4		51	51.5	1.6	1.2
180	18		54			18		18.4		54	54.5		
190	19	0 -0.130	57			19		19.4		57	57.5		
200	20		60			20		20.4		60	60.5		

（续）

强力型切向键及键槽尺寸

轴径 d	键					键槽							
	厚度 t		计算宽度 b	倒角 s		深度				计算宽度		半径 R	
						轮毂 t_1		轴 t_2		轮毂 b_1	轴 b_2		
	尺寸	偏差 h11		min	max	尺寸	偏差	尺寸	偏差			max	min
220	22	0 −0.130	66	1.6	2.0	22	0 −0.3	22.4	+0.3 0	66	66.5	1.6	1.2
240	24		72	2.5	3.0	24		24.4		72	72.5	2.5	2.0
250	25		75			25		25.4		75	75.5		
260	26		78			26		26.4		78	78.5		
280	28		84			28		28.4		84	84.5		
300	30		90			30		30.4		90	90.5		
320	32	0 −0.160	96			32		32.4		96	96.5		
340	34		102	3.0	4.0	34		34.4		102	102.5	3.0	2.5
360	36		108			36		36.4		108	108.5		
380	38		114			38		38.4		114	114.5		
400	40		120			40		40.4		120	120.5		
420	42		126			42		42.4		126	126.5		
440	44		132			44		44.4		132	132.5		
450	45		135			45		45.4		135	135.5		
460	46		138			46		46.4		138	138.5		
480	48		144			48		48.4		144	144.5		
500	50		150			50		50.5		150	150.7		
530	53	0 −0.190	159			53		53.5		159	159.7		
560	56		168			56		56.5		168	168.7		
600	60		180			60		60.5		180	180.7		
630	63		189			63		63.5		189	189.7		

注：1. 当轴径 d 位于两相邻轴径值之间时，键与键槽的尺寸按以下公式计算：

$$t = t_1 = 0.1d$$

$$b = b_1 = 0.3d$$

$$t_2 = t + 0.3\text{mm}（当 t \leqslant 10\text{mm}）$$

$$t_2 = t + 0.4\text{mm}（当 10\text{mm} < t \leqslant 45\text{mm}）$$

$$t_2 = t + 0.5\text{mm}（当 t > 45\text{mm}）$$

$$b_2 = \sqrt{t_2(d - t_2)}$$

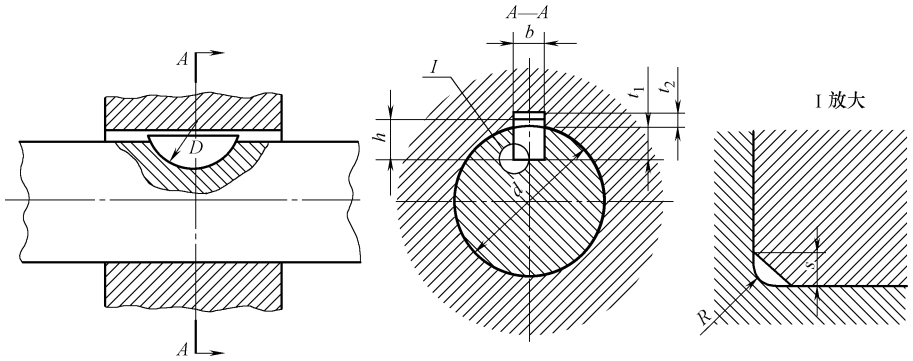
2. 当轴径 d 超过 630mm 时，推荐：$t = t_1 = 0.1d$，$b = b_1 = 0.3d$

注：1. 切向键的技术条件应符合 GB/T 1568—2008 的规定。

2. 键槽的尺寸应符合本标准的规定。

8. 半圆键键槽的剖面尺寸（见表 2-13）

表 2-13　半圆键键槽的剖面尺寸（GB/T 1098—2003）　（单位：mm）



注：键尺寸中的公称直径 D 即为键槽直径最小值

键尺寸 $b\times h\times D$	键槽											
	宽度 b						深度				半径 R	
	基本尺寸	极限偏差					轴 t_1		毂 t_2			
		正常连接		紧密连接	松连接		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		
		轴 N9	毂 JS9	轴和毂 P9	轴 H9	毂 D10					max	min
1×1.4×4 1×1.1×4	1	−0.004 −0.029	±0.0125	−0.006 −0.031	+0.025 0	+0.060 +0.020	1.0	+0.10 0	0.6	+0.10 0	0.16	0.08
1.5×2.6×7 1.5×2.1×7	1.5						2.0		0.8			
2×2.6×7 2×2.1×7	2						1.8		1.0			
2×3.7×10 2×3×10	2						2.9		1.0			
2.5×3.7×10 2.5×3×10	2.5						2.7		1.2			
3×5×13 3×4×13	3						3.8	+0.20 0	1.4			
3×6.5×16 3×5.2×16	3						5.3		1.4			
4×6.5×16 4×5.2×16	4	0 −0.030	±0.015	−0.012 −0.042	+0.030 0	+0.078 +0.030	5.0		1.8		0.25	0.16
4×7.5×19 4×6×19	4						6.0		1.8			
5×6.5×16 5×5.2×19	5						4.5		2.3			

（续）

键尺寸 $b\times h\times D$	键槽											
	宽度 b						深度				半径 R	
	基本尺寸	极限偏差					轴 t_1		毂 t_2			
		正常连接		紧密连接	松连接		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差		
		轴 N9	毂 JS9	轴和毂 P9	轴 H9	毂 D10					max	min
$5\times7.5\times19$ $5\times6\times19$	5	0 −0.030	±0.015	−0.012 −0.042	+0.030 0	+0.078 +0.030	5.5	+0.2 0	2.3	+0.1 0	0.25	0.16
$5\times9\times22$ $5\times7.2\times22$	5						7.0		2.3			
$6\times9\times22$ $6\times7.2\times22$	6						6.5		2.8			
$6\times10\times25$ $6\times8\times25$	6						7.5	+0.3 0	2.8			
$8\times11\times28$ $8\times8.8\times28$	8	0 −0.036	±0.018	−0.015 −0.051	+0.036 0	+0.098 +0.040	8.0		3.3	+0.2 0	0.40	0.25
$10\times13\times32$ $10\times10.4\times32$	10						10		3.3			

注：1. 普通型半圆键的尺寸应符合 GB/T 1099.1—2003 的规定。

2. 平底型半圆键尺寸应符合国家标准的规定。

3. 轴槽及轮毂槽的宽度 b 对轴及轮毂轴中心线的对称度，一般可按 GB/T 1184—1996 中对称度公差 7～9 级选取。

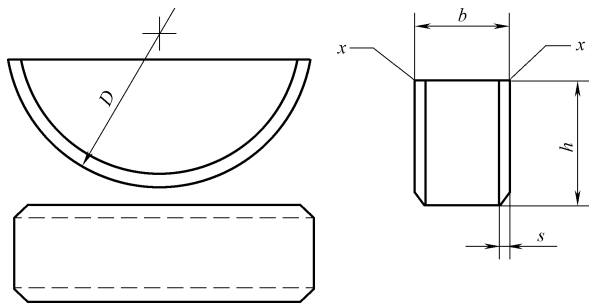
4. 键槽表面粗糙度一般规定：

1）轴槽、轮毂槽的键槽宽度 b 两侧面粗糙度参数按国家标准规定，选 Ra 值为 1.6～3.2μm；

2）轴槽底面、轮毂槽底面的表面粗糙度参数按 GB/T 1031—2009，选 Ra 值为 6.3μm。

9. 普通型半圆键（见表 2-14）

表 2-14　普通型半圆键（GB/T 1099.1—2003）　　（单位：mm）



注：$x\geqslant s_{max}$

标记示例：

宽度 $b=6$mm、高度 $h=10$mm、直径 $D=25$mm 普通型半圆键的标记为：

GB/T 1099.1　键 $6\times10\times25$

（续）

普通型半圆键的尺寸与公差

键尺寸 $b \times h \times D$	宽度 b		高度 h		直径 D		倒角或倒圆 s	
	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差（h12）	基本尺寸	极限偏差（h12）	min	max
1×1.4×4	1	0 −0.025	1.4	0 −0.10	4	0 −0.120	0.16	0.25
1.5×2.6×7	1.5		2.6		7	0 −0.150		
2×2.6×7	2		2.6		7			
3×3.7×10	2		3.7	0 −0.12	10			
2.5×3.7×10	2.5		3.7		10			
3×5×13	3		5		13	0 −0.180		
3×6.5×16	3		6.5	0 −0.15	16			
4×6.5×16	4		6.5		16		0.25	0.40
4×7.5×19	4		7.5		19	0 −0.210		
5×6.5×16	5		6.5		16	0 −0.180		
5×7.5×19	5		7.5		19	0 −0.210		
5×9×22	5		9		22			
6×9×22	6		9		22			
6×10×25	6		10		25			
8×11×28	8		11	0 −0.18	28		0.40	0.60
10×13×32	10		13		32	0 −0.250		

注：1. 半圆键的技术条件应符合 GB/T 1568—2008 的规定。

2. 键槽的尺寸应符合 GB/T 1098—2003 的规定。

2.2.2　花键连接的设计数据

1. 矩形花键尺寸、公差和检验（见表 2-15）

表 2-15　矩形花键尺寸、公差和检验（GB/T 1144—2001）

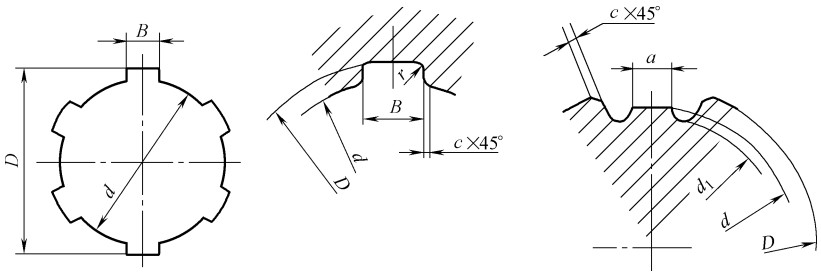


图 A

矩形花键的标记代号应按次序包括下列内容：键数 N，小径 d，大径 D，键宽 B，基本尺寸及配合公差带代号和标准号。

标记示例：

花键 $N=6;d=23\ \frac{H7}{f7};D=26\ \frac{H10}{a11};B=6\ \frac{H11}{d10}$ 的标记为：

花键规格：$N\times d\times D\times B$

$6\times 23\times 26\times 6$

花键副：$6\times 23\ \frac{H7}{f7}\times 26\ \frac{H10}{a11}\times 6\ \frac{H11}{d10}$　GB/T 1144

内花键：$6\times 23H7\times 26H10\times 6H11$　GB/T 1144

外花键：$6\times 23f7\times 26a11\times 6d10$　GB/T 1144

基本尺寸系列

小径 d	轻系列				中系列			
	规格 $N\times d\times D\times B$	键数 N	大径 D	键宽 B	规格 $N\times d\times D\times B$	键数 N	大径 D	键宽 B
11					$6\times 11\times 14\times 3$		14	3
13					$6\times 13\times 16\times 3.5$		16	3.5
16	—	—	—	—	$6\times 16\times 20\times 4$		20	4
18					$6\times 18\times 22\times 5$		22	5
21					$6\times 21\times 25\times 5$	6	25	
23	$6\times 23\times 26\times 6$		26		$6\times 23\times 28\times 6$		28	
26	$6\times 26\times 30\times 6$	6	30	6	$6\times 26\times 32\times 6$		32	6
28	$6\times 28\times 32\times 7$		32	7	$6\times 28\times 34\times 7$		34	7

（续）

基本尺寸系列

小径 d	轻系列				中系列			
	规格 $N\times d\times D\times B$	键数 N	大径 D	键宽 B	规格 $N\times d\times D\times B$	键数 N	大径 D	键宽 B
32	6×32×36×6	6	36	6	8×32×38×6	8	38	6
36	8×36×40×7	8	40	7	8×36×42×7		42	7
42	8×42×46×8		46	8	8×42×48×8		48	8
46	8×46×50×9		50	9	8×46×54×9		54	9
52	8×52×58×10		58	10	8×52×60×10		60	10
56	8×56×62×10		62		8×56×65×10		65	
62	8×62×68×12		68	12	8×62×72×12		72	12
72	10×72×78×12	10	78		10×72×82×12	10	82	
82	10×82×88×12		88		10×82×92×12		92	
92	10×92×98×14		98	14	10×92×102×14		102	14
102	10×102×108×16		108	16	10×102×112×16		112	16
112	10×112×120×18		120	18	10×112×125×18		125	18

注：矩形花键尺寸规定了轻、中两个系列，内花键和外花键的基本尺寸见图 A。

键槽的截面尺寸

轻系列					中系列				
规格 $N\times d\times D\times B$	C	r	$d_{1\min}$ 参考	$a_{\min}$ 参考	规格 $N\times d\times D\times B$	C	r	$d_{1\min}$ 参考	$a_{\min}$ 参考
—	—	—	—	—	6×11×14×3	0.2	0.1	—	—
					6×13×16×3.5				
					6×16×20×4	0.3	0.2	14.4	1.0
					6×18×22×5			16.6	
					6×21×25×5			19.5	2.0
6×23×26×6	0.2	0.1	22	3.5	6×23×28×6			21.2	1.2
6×26×30×6	0.3	0.2	24.5	3.8	6×26×32×6	0.4	0.3	23.6	
6×28×32×7			26.6	4.0	6×28×34×7			25.8	1.4
8×32×36×6			30.3	2.7	8×32×38×6			29.4	1.0
8×36×40×7			34.4	3.5	8×36×42×7			33.4	
8×42×46×8			40.5	5.0	8×42×48×8			39.4	2.5
8×46×50×9			44.6	5.7	8×46×54×9	0.5	0.4	42.6	1.4

（续）

键槽的截面尺寸

轻系列					中系列				
规格 $N\times d\times D\times B$	C	r	$d_{1\min}$	$a_{\min}$	规格 $N\times d\times D\times B$	C	r	$d_{1\min}$	$a_{\min}$
			参考					参考	
8×52×58×10	0.4	0.3	49.6	4.8	8×52×60×10	0.5	0.4	48.6	2.5
8×56×62×10			53.5	6.5	8×56×65×10			52.0	
8×62×68×12			59.7	7.3	8×62×72×12	0.6	0.5	57.7	2.4
10×72×78×12			69.6	5.4	10×72×82×12			67.7	1.0
10×82×88×12			79.3	8.5	10×82×92×12			77.0	2.9
10×92×98×14			89.6	9.9	10×92×102×14			87.3	4.5
10×102×108×16			99.6	11.3	10×102×112×16			97.7	6.2
10×112×120×8	0.5	0.4	108.8	10.5	10×112×125×18			106.2	4.1

内、外花键的尺寸公差带

内花键				外花键			装配型式
d	D	B		d	D	B	
		拉削后不热处理	拉削后热处理				
一般用							
H7	H10	H9	H11	f7	a11	d10	滑动
				g7		f9	紧滑动
				h7		h10	固定
精密传动用							
H5	H10	H7、H9		f5	a11	d8	滑动
				g5		f7	紧滑动
				h5		h8	固定
H6				f6		d8	滑动
				g6		f7	紧滑动
				h6		h8	固定

注：1. 精密传动用的内花键，当需要控制键侧配合间隙时，槽宽可选 H7，一般情况下可选 H9。

2. d 为 H6 和 H7 的内花键，允许与提高一级的外花键配合。

3. 小径的极限尺寸遵守 GB/T 4249—2009 规定的包容原则。

（续）

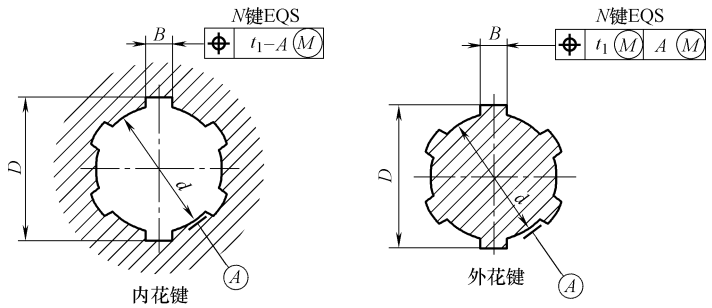


图 B

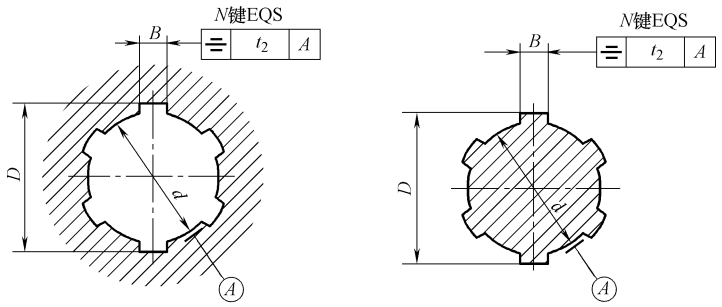


图 C

位置度公差						
键槽宽或键宽 B			3	3.5～6	7～10	12～18
t_1	键槽宽		0.010	0.015	0.020	0.025
	键宽	滑动、固定	0.010	0.015	0.020	0.025
		紧滑动	0.006	0.010	0.013	0.016
对称度公差						
键槽宽或键宽 B			3	3.5～6	7～10	12～18
t_2	一般用		0.010	0.012	0.015	0.018
	精密传动用		0.006	0.008	0.009	0.011

注：1. 采用综合检验法时，花键的位置度公差按图 B 和表中位置度公差的规定。

2. 采用单项检验法时，花键的位置度公差按表中对称度公差、图 C 的规定。

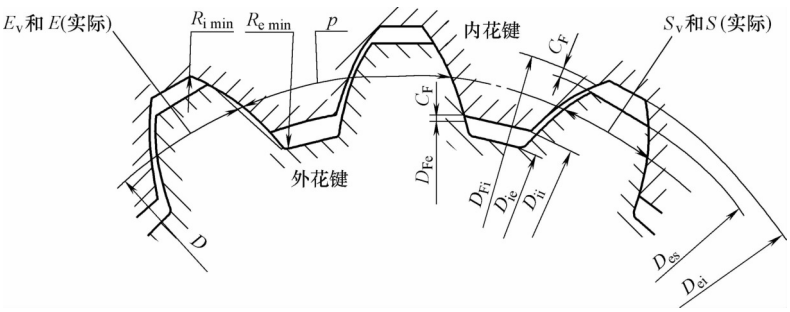
3. 对较长的花键，可根据产品性能自行规定键侧对轴线的平行度公差。

4. 键槽宽或键宽的等分度公差值等于其对称度公差值（见表的对称度公差）。

5. 花键的检验部分略。

2. 圆锥直齿渐开线花键术语、代号和定义（见表 2-16）

表 2-16　圆锥直齿渐开线花键术语、代号和定义（GB/T 18842—2008）



序号	术　　语	代号	定　　义
1	花键连接 spline joint		两零件上等距分布且齿数相同的键齿相互连接，并传递转矩或运动的同轴偶件 在内圆柱表面上的花键为内花键，在外圆柱表面上的花键为外花键
2	渐开线花键 involute spline		具有渐开线齿形的花键
3	齿根圆弧 circle root arc 齿根圆弧最小曲率半径 circle root arc minimum radius of curvature 内花键 internal spline 外花键 external spline	 R_{imin} R_{emin}	连接渐开线齿形与齿根圆的过渡曲线
4	平齿根花键 flat root spline		在花键同一齿槽上，两侧渐开线齿形各由一段过渡曲线与齿根圆相连接的花键
5	圆齿根花键 fillet root spline		在花键同一齿槽上，两侧渐开线齿形由一段或近似一段过渡曲线与齿根圆相连接的花键
6	模数 module	m	表示渐开线花键键齿大小的参数，其数值为齿距除以圆周率 π 所得的商，以 mm 计
7	齿数 number of teeth	z	
8	分度圆 pitch circle		计算花键尺寸用的基准圆，在此圆上的模数和压力角为标准值
9	分度圆直径 pitch circle diameter	D	
10	齿距 pitch	p	分度圆上两相邻同侧齿形之间的弧长，其值为圆周率 π 乘以模数 m

（续）

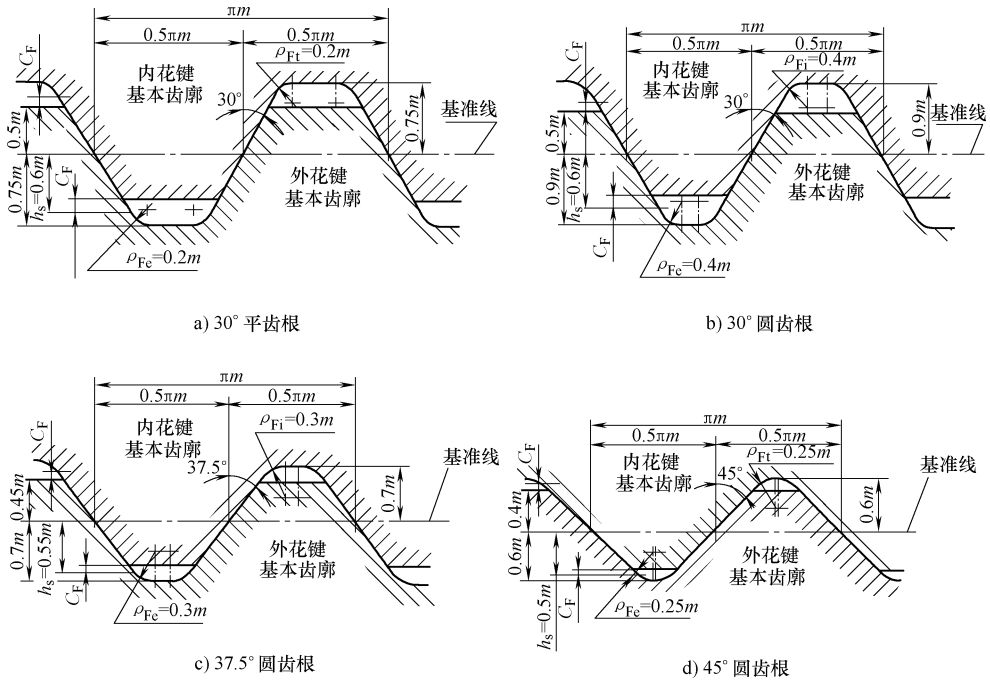
序号	术　语	代号	定　义
11	压力角 pressure angle	α	齿形上任意点的压力角，为过该点花键的径向线与齿形在该点的切线所夹锐角
12	标准压力角 standard pressure angle	α_D	规定在分度圆上的压力角
13	基圆 base circle		展成渐开线齿形的假想圆
14	基圆直径 base diameter	D_b	
15	大径 major diameter 内花键 internal spline 外花键 external spline	 D_{ei} D_{ee}	内花键齿根圆（大圆）或外花键齿顶圆（大圆）的直径
16	小径 minor diameter 内花键 internal spline 外花键 external spline	 D_{ii} D_{ie}	内花键齿顶圆（小圆）或外花键齿根圆（小圆）的直径
17	渐开线终止圆 spline final circle		内花键齿形终止点的圆，此圆与小圆共同形成渐开线齿形的控制界限
18	渐开线终止圆直径 form diameter，internal spline	D_{Fi}	
19	渐开线起始圆 spline startcircle		外花键齿形起始点的圆，此圆与大圆共同形成渐开线齿形的控制界限
20	渐开线起始圆直径 form diameter，external spline	D_{Fe}	
21	基本齿槽宽 basic space width	E	内花键分度圆上弧齿槽宽的基本尺寸，其值为齿距之半
22	实际齿槽宽 actual space width 最大值 maximum actual space width 最小值 minimum actual space width	 E_{max} E_{min}	在内花键分度圆上各齿槽的弧齿槽宽
23	作用齿槽宽 effective space width 最大值 maximum effective space width 最小值 minimum effective space width	E_v E_{vmax} E_{vmin}	数值等于一与之在全齿长上配合（无间隙且无过盈）的理想全齿外花键分度圆弧齿厚的齿槽宽
24	基本齿厚 basic tooth thickness	S	外花键分度圆上弧齿厚，其值为齿距之半
25	实际齿厚 actual tooth thickness 最大值 maximum actual tooth thickness 最小值 minimum actual tooth thickness	 S_{max} S_{min}	在外花键分度圆上各键齿的弧齿厚
26	作用齿厚 effective tooth thickness 最大值 maximum effective tooth thickness 最小值 minimum effective tooth thickness	S_v S_{vmax} S_{vmin}	数值等于与之在全齿长上配合（无间隙且无过盈）的理想全齿内花键分度圆弧齿槽宽的齿厚

（续）

序号	术　语	代号	定　义
27	作用侧隙 effective clearance （全齿侧隙）	C_v	内花键作用齿槽宽减去与之相配合的外花键作用齿厚。正值为间隙，负值为过盈
28	理论侧隙 theoretical clearance （单齿侧隙）	C	内花键实际齿槽宽减去与之相配合的外花键实际齿厚
29	齿形裕度 form clearance	C_F	在花键联结中，渐开线齿形超过结合部分的径向距离
30	总公差 total tolerance	$T+\lambda$	加工公差与综合公差之和
31	加工公差 machining tolerance	T	实际齿槽宽或实际齿厚的允许变动量
32	综合公差 deviation allowance	λ	花键齿（或齿槽）的形状和位置误差的允许范围
33	齿距累积公差 total pitch deviation	F_p	在分度圆上任意两个同侧齿面间的实际弧长与理论弧长之差的最大绝对值的允许范围
34	齿形公差 total profile deviation	F_a	在齿形工作部分（包括齿形裕度、不包括齿顶倒棱）包容实际齿形的两条理论齿形之间法向距离的允许范围
35	齿向公差 total helix deviation	F_β	在花键配合长度范围内，包容实际齿线的两条理论齿线之间分度圆弧长的允许范围 齿线是分度圆柱面与齿面的交线
36	棒间距 measurement between two balls or pins，internal	M_{Ri}	借助两量棒测量内花键实际齿槽宽时两量棒间的内侧距离，统称为 M 值
37	跨棒距 measurement between two balls or pins，external	M_{Re}	借助两量棒测量外花键实际齿厚时两量棒间的外侧距离，统称为 M 值
38	公法线长度 measurement over K teeth 公法线平均长度 average value of measurement over K teeth	W	相隔 K 个齿的两外侧齿面各与两平行平面之中的一个平面相切，此两平行平面之间的垂直距离 必须指明两平行平面所跨的齿数 同一花键上实际测得的公法线长度的平均值
39	基本尺寸 base dimension		设计给定的尺寸，该尺寸是规定公差的基础
40	辅助尺寸 auxiliary dimension		仅在必要时供生产和控制用的尺寸

3. 圆锥直齿渐开线花键基本齿廓（见表 2-17）

表 2-17　圆锥直齿渐开线花键基本齿廓（GB/T 18842—2008）



注：1. 本部分按三种齿形角和两种齿根规定了四种基本齿廓，见表图。

2. 渐开线花键的基本齿廓是指基本齿条的法向齿廓。基本齿条是指直径为无穷大的无误差的理想花键。

3. 基本齿廓是确定渐开线花键尺寸的依据。

4. 基准线是横贯基本齿廓的一条直线，以此线为基准，确定基本齿廓的尺寸。

5. 内花键基本齿廓的齿根圆弧半径 ρ_{Fi} 和外花键基本齿廓的齿根圆弧半径 ρ_{Fe} 均为定值。［采用各种展成法加工的花键，其齿根圆弧曲率半径是变化的，在圆弧与外花键小圆（或内花键大圆）相切点为最小，沿圆弧逐渐增加，至外花键渐开线起点（或内花键渐开线终点）附近为最大］。

6. 所有基本齿廓的齿形裕度 C_F 值均为 $0.1m$。

7. 允许平齿根和圆齿根的基本齿廓在内、外花键上混合使用。

4. 圆锥直齿渐开线花键尺寸计算公式（见表 2-18）

表 2-18　圆锥直齿渐开线花键尺寸计算公式（GB/T 18842—2008）

（单位：mm）

项　　目	代号	公式或说明
分度圆直径	D	mz
基圆直径	D_b	$mz\cos\alpha_D$
齿距	p	πm
内花键大径基本尺寸		
30°平齿根	D_{ei}	$m(z+1.5)$
30°圆齿根	D_{ei}	$m(z+1.8)$
37.5°圆齿根	D_{ei}	$m(z+1.4)$（见注 1）
45°圆齿根	D_{ei}	$m(z+1.2)$（见注 1）
内花键大径下偏差		0
内花键大径公差		从 IT12、IT13 或 IT14 中选取
内花键渐开线终止圆直径最小值		
30°平齿根和圆齿根	D_{Fimin}	$m(z+1)+2C_F$
37.5°圆齿根	D_{Fimin}	$m(z+0.9)+2C_F$
45°圆齿根	D_{Fimin}	$m(z+0.8)+2C_F$
内花键小径基本尺寸	D_{ii}	$D_{Femax}+2C_F$（见注 2）
内花键小径极限偏差		
基本齿槽宽	E	$0.5\pi m$
作用齿槽宽最小值	E_{vmin}	$0.5\pi m$
实际齿槽宽最大值	E_{max}	$E_{vmin}+(T+\lambda)$
实际齿槽宽最小值	E_{min}	$E_{vmin}+\lambda$
作用齿槽宽最大值	E_{vmax}	$E_{max}-\lambda$
外花键作用齿厚上偏差	es_v	
外花键大径基本尺寸		
30°平齿根和圆齿根	D_{ee}	$m(z+1)$
37.5°圆齿根	D_{ee}	$m(z+0.9)$
45°圆齿根	D_{ee}	$m(z+0.8)$
外花键大径上偏差		$es_v/\tan\alpha_D$
外花键大径公差		

（续）

项　　目	代号	公式或说明
外花键渐开线起始圆直径最大值	D_{Femax}	$2\times\sqrt{(0.5D_{\mathrm{b}})^2+\left(0.5D\sin\alpha_{\mathrm{D}}-\dfrac{h_{\mathrm{a}}-\dfrac{0.5es_{\mathrm{v}}}{\tan\alpha_{\mathrm{D}}}}{\sin\alpha_{\mathrm{D}}}\right)^2}$（见注3） 式中 h_{s} 见图
外花键小径基本尺寸 30°平齿根 30°圆齿根 37.5°圆齿根 45°圆齿根	 D_{ie} D_{ie} D_{ie} D_{ie}	 $m(z-1.5)$ $m(z-1.8)$ $m(z-1.4)$ $m(z-1.2)$
外花键小径上偏差		$es_{\mathrm{v}}/\tan\alpha_{\mathrm{D}}$
外花键小径公差		从 IT12、IT13 或 IT14 中选取
基本齿厚	S	$0.5\pi m$
作用齿厚最大值	S_{vmax}	$S+es_{\mathrm{v}}$
实际齿厚最小值	S_{min}	$S_{\mathrm{vmax}}-(T+\lambda)$
实际齿厚最大值	S_{max}	$S_{\mathrm{vmax}}-\lambda$
作用齿厚最小值	S_{vmin}	$S_{\mathrm{min}}+\lambda$
齿形裕度	C_{F}	$0.1m$（见注4）

注：1. 37.5°和45°圆齿根内花键允许选用平齿根，此时，内花键大径基本尺寸 D_{ei} 应大于内花键渐开线终止圆直径最小值 D_{Fimin}。

2. 对所有花键齿侧配合类别，均按 H/h 配合类别取 D_{Femax} 值。

3. 本公式是按齿条形刀具加工原理推导的。

4. 除 H/h 配合类别 C_{F} 等于 $0.1m$ 外，其他各种配合类别的齿形裕度均有变化。

5. 圆锥直齿渐开线花键基本尺寸系列（见表 2-19）

表 2-19　圆锥直齿渐开线花键基本尺寸系列（GB/T 18842—2008）

（单位：mm）

30°外花键大径基本尺寸系列														
$D_{\mathrm{ce}}=m(z+1)$														
齿数	模数 m													
z	0.5	(0.75)	1	(1.25)	1.5	(1.75)	2	2.5	3	(4)	5	(6)	(8)	10
10	5.50	8.25	11	13.75	16.50	19.25	22	27.50	33	44	55	66	88	110
11	6.00	9.00	12	15.00	18.00	21.00	24	30.00	36	48	60	72	96	120
12	6.50	9.75	13	16.25	19.50	22.75	26	32.50	39	52	65	78	104	130
13	7.00	10.50	14	17.50	21.00	24.50	28	35.00	42	56	70	84	112	140

（续）

30°外花键大径基本尺寸系列

$D_{ce}=m(z+1)$

齿数	模数 m													
z	0.5	(0.75)	1	(1.25)	1.5	(1.75)	2	2.5	3	(4)	5	(6)	(8)	10
14	7.50	11.25	15	18.75	22.50	26.25	30	37.50	45	60	75	90	120	150
15	8.00	12.00	16	20.00	24.00	28.00	32	40.00	48	64	80	96	128	160
16	8.50	12.75	17	21.25	25.50	29.75	34	42.50	51	68	85	102	136	170
17	9.00	13.50	18	22.50	27.00	31.50	36	45.00	54	72	90	108	144	180
18	9.50	14.25	19	23.75	28.50	33.25	38	47.50	57	76	95	114	152	190
19	10.00	15.00	20	25.00	30.00	35.00	40	50.00	60	80	100	120	160	200
20	10.50	15.75	21	26.25	31.50	36.75	42	52.50	63	84	105	126	168	210
21	11.00	16.50	22	27.50	33.00	38.50	44	55.00	66	88	110	132	176	220
22	11.50	17.25	23	28.75	34.50	40.25	46	57.50	69	92	115	138	184	230
23	12.00	18.00	24	30.00	36.00	42.00	48	60.00	72	96	120	144	192	240
24	12.50	18.75	25	31.25	37.50	43.75	50	62.50	75	100	125	150	200	250
25	13.00	19.50	26	32.50	39.00	45.50	52	65.00	78	104	130	156	208	260
26	13.50	20.25	27	33.75	40.50	47.25	54	67.50	81	108	135	162	216	270
27	14.00	21.00	28	35.00	42.00	49.00	56	70.00	84	112	140	168	224	280
28	14.50	21.75	29	36.25	43.50	50.75	58	72.50	87	116	145	174	232	290
29	15.00	22.50	30	37.50	45.00	52.50	60	75.00	90	120	150	180	240	300
30	15.50	23.25	31	38.75	46.50	54.25	62	77.50	93	124	155	186	248	310
31	16.00	24.00	32	40.00	48.00	56.00	64	80.00	96	128	160	192	256	320
32	16.50	24.75	33	41.25	49.50	57.75	66	82.50	99	132	165	198	264	330
33	17.00	25.50	34	42.50	51.00	59.50	68	85.00	102	136	170	204	272	340
34	17.50	26.25	35	43.75	52.50	61.25	70	87.50	105	140	175	210	280	350
35	18.00	27.00	36	45.00	54.00	63.00	72	90.00	108	144	180	216	288	360
36	18.50	27.75	37	46.25	55.50	64.75	74	92.50	111	148	185	222	296	370
37	19.00	28.50	38	47.50	57.00	66.50	76	95.00	114	152	190	228	304	380
38	19.50	29.25	39	48.75	58.50	68.25	78	97.50	117	156	195	234	312	390
39	20.00	30.00	40	50.00	60.00	70.00	80	100.00	120	160	200	240	320	400
40	20.50	30.75	41	51.25	61.50	71.75	82	102.5	123	164	205	246	328	410
41	21.00	31.50	42	52.50	63.00	73.50	84	105.0	126	168	210	252	336	420
42	21.50	32.25	43	53.75	64.50	75.25	86	107.5	129	172	215	258	344	430
43	22.00	33.00	44	55.00	66.00	77.00	88	110.0	132	176	220	264	352	440
44	22.50	33.75	45	56.25	67.50	78.75	90	112.5	135	180	225	270	360	450
45	23.00	34.50	46	57.50	69.00	80.50	92	115.0	138	184	230	276	368	460

（续）

30°外花键大径基本尺寸系列

$D_{ce}=m(z+1)$

齿数	模数 m													
z	0.5	(0.75)	1	(1.25)	1.5	(1.75)	2	2.5	3	(4)	5	(6)	(8)	10
46	23.50	35.25	47	58.75	70.50	82.25	94	117.5	141	188	235	282	376	470
47	24.00	36.00	48	60.00	72.00	84.00	96	120.0	144	192	240	288	384	480
48	24.50	36.75	49	61.25	73.50	85.75	98	122.5	147	196	245	294	392	490
49	25.00	37.50	50	62.50	75.00	87.50	100	125.0	150	200	250	300	400	500
50	25.50	38.25	51	63.75	76.50	89.25	102	127.5	153	204	255	306	408	510
51	26.00	39.00	52	65.00	78.00	91.00	104	130.0	156	208	260	312	416	520
52	26.50	39.75	53	66.25	79.50	92.75	106	132.5	159	212	265	318	424	530
53	27.00	40.50	54	67.50	81.00	94.50	108	135.0	162	216	270	324	432	540
54	27.50	41.25	55	68.75	82.50	96.25	110	137.5	165	220	275	330	440	550
55	28.00	42.00	56	70.00	84.00	98.00	112	140.0	168	224	280	336	448	560

45°外花键大径基本尺寸系列

$D_{ce}=m(z+0.8)$

齿数	模数 m								
z	0.25	0.5	(0.75)	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5
10	2.70	5.40	8.10	10.80	13.50	16.20	18.90	21.60	27.00
11	2.95	5.90	8.85	11.80	14.75	17.70	20.65	23.60	29.50
12	3.20	6.40	9.60	12.80	16.00	19.20	22.40	25.60	32.00
13	3.45	6.90	10.35	13.80	17.25	20.70	24.15	27.60	34.50
14	3.70	7.40	11.10	14.80	18.50	22.20	25.90	29.60	37.00
15	3.95	7.90	11.85	15.80	19.75	23.70	27.65	31.60	39.50
16	4.20	8.40	12.60	16.80	21.00	25.20	29.40	33.60	42.00
17	4.45	8.90	13.35	17.80	22.25	26.70	31.15	35.60	44.50
18	4.70	9.40	14.10	18.80	23.50	28.20	32.90	37.60	47.00
19	4.95	9.90	14.85	19.80	24.75	29.70	34.65	39.60	49.50
20	5.20	10.40	15.60	20.80	26.00	31.20	36.40	41.60	52.00
21	5.45	10.90	16.35	21.80	27.25	32.70	38.15	43.60	54.50
22	5.70	11.40	17.10	22.80	28.50	34.20	39.90	45.60	57.00
23	5.95	11.90	17.85	23.80	29.75	35.70	41.65	47.60	59.50
24	6.20	12.40	18.60	24.80	31.00	37.20	43.40	49.60	62.00
25	6.45	12.90	19.35	25.80	32.25	38.70	45.15	51.60	64.50
26	6.70	13.40	20.10	26.80	33.50	40.20	46.90	53.60	67.00

（续）

45°外花键大径基本尺寸系列

$D_{ce}=m(z+0.8)$

齿数 z	模数 m								
	0.25	0.5	(0.75)	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5
27	6.95	13.90	20.85	27.80	34.75	41.70	48.65	55.60	69.50
28	7.20	14.40	21.60	28.80	36.00	43.20	50.40	57.60	72.00
29	7.45	14.90	22.35	29.80	37.25	44.70	52.15	59.60	74.50
30	7.70	15.40	23.10	30.80	38.50	46.20	53.90	61.60	77.00
31	7.95	15.90	23.85	31.80	39.75	47.70	55.65	63.60	79.50
32	8.20	16.40	24.60	32.80	41.00	49.20	57.40	65.60	82.00
33	8.45	16.90	25.35	33.80	42.25	50.70	59.15	67.60	84.50
34	8.70	17.40	26.10	34.80	43.50	52.20	60.90	69.60	87.00
35	8.95	17.90	26.85	35.80	44.75	53.70	62.65	71.60	89.50
36	9.20	18.40	27.60	36.80	46.00	55.20	64.40	73.60	92.00
37	9.45	18.90	28.35	37.80	47.25	56.70	66.15	75.60	94.50
38	9.70	19.40	29.10	38.80	48.50	58.20	67.90	77.60	97.00
39	9.95	19.90	29.85	39.80	49.75	59.70	69.65	79.60	99.50
40	10.20	20.40	30.60	40.80	51.00	61.20	71.40	81.60	102.00
41	10.45	20.90	31.35	41.80	52.25	62.70	73.15	83.60	104.50
42	10.70	21.40	32.10	42.80	53.50	64.20	74.90	85.60	107.00
43	10.95	21.90	32.85	43.80	54.75	65.70	76.65	87.60	109.50
44	11.20	22.40	33.60	44.80	56.00	67.20	78.40	89.60	112.00
45	11.45	22.90	34.35	45.80	57.25	68.70	80.15	91.60	114.50
46	11.70	23.40	35.10	46.80	58.50	70.20	81.90	93.60	117.00
47	11.95	23.90	35.85	47.80	59.75	71.70	83.65	95.60	119.50
48	12.20	24.40	36.60	48.80	61.00	73.20	85.40	97.60	122.00
49	12.45	24.90	37.35	49.80	62.25	74.70	87.15	99.60	124.50
50	12.70	25.40	38.10	50.80	63.50	76.20	88.90	101.60	127.00
51	12.95	25.90	38.85	51.80	64.75	77.70	90.65	103.60	129.50
52	13.20	26.40	39.60	52.80	66.00	79.20	92.40	105.60	132.00
53	13.45	26.90	40.35	53.80	67.25	80.70	94.15	107.60	134.50
54	13.70	27.40	41.10	54.80	68.50	82.20	95.90	109.60	137.00
55	13.95	27.90	41.85	55.80	69.75	83.70	97.65	111.60	139.50

6. 圆锥直齿渐开线花键齿向公差（见表 2-20）

表 2-20　圆锥直齿渐开线花键齿向公差

（GB/T 18842—2008）　　（单位：μm）

花键配合长度 g/mm		≤5	>5～10	>10～15	>15～20	>20～25	>25～30	>30～35	>35～40	>40～45	>45～50	>50～55	>55～60	>60～70	>70～80	>80～90	>90～100
公差等级	4	6	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12	12
	5	7	8	9	9	10	10	11	11	12	12	12	13	13	14	14	15
	6	9	10	11	12	13	13	14	14	15	15	16	16	17	17	18	19
	7	14	16	18	19	20	21	22	23	23	24	25	25	27	28	29	30

注：当花键配合长度不为表中的数值时，按标准规定的公式计算。

7. 圆锥直齿渐开线花键作用齿槽宽 E_v 下偏差和作用齿厚 S_v 上偏差（见表 2-21）

表 2-21　圆锥直齿渐开线花键作用齿槽宽 E_v 下偏差和作用齿厚 S_v 上偏差（GB/T 18842—2008）　　（单位：μm）

分度圆直径 D/mm	基本偏差						
	H	d	e	f	h	js	k
	作用齿槽宽 E_v 下偏差	作用齿厚 S_v 上偏差 es_v					
≤6	0	-30	-20	-10	0	$+(T+\lambda)/2$	$+(T+\lambda)$
>6～10	0	-40	-25	-13	0		
>10～18	0	-50	-32	-16	0		
>18～30	0	-65	-40	-20	0		
>30～50	0	-80	-50	-25	0		
>50～80	0	-100	-60	-30	0		
>80～120	0	-120	-72	-36	0		
>120～180	0	-145	-85	-43	0		
>180～250	0	-170	-100	-50	0		
>250～315	0	-190	-110	-56	0		
>315～400	0	-210	-125	-62	0		
>400～500	0	-230	-135	-68	0		
>500～630	0	-260	-145	-76	0		
>630～800	0	-290	-160	-80	0		
>800～1000	0	-320	-170	-86	0		

注：1. 当表中的作用齿后上偏差 es_v 值不能满足需要时，可从标准中选择合适的基本偏差。

2. 总公差（$T+\lambda$）的数值见标准中相应的规定。

8. 圆锥直齿渐开线花键外花键小径 D_K 和大径 D_{ce} 的上偏差 $es_v/\tan\alpha_D$（见表 2-22）

表 2-22　圆锥直齿渐开线花键外花键小径 D_k 和大径 D_{ce} 的上偏差 $es_v/\tan\alpha_D$

（GB/T 18842—2008）　　（单位：μm）

分度圆直径 D/mm	基本偏差											
	d			e			f			h	js	k
	标准压力角 α_D/(°)											
	30	37.5	45	30	37.5	45	30	37.5	45	30、37.5、45		
≤6	-52	-39	-30	-35	-26	-20	-17	-13	-10	0	$+(T+\lambda)/2\tan\alpha_D$①	$+(T+\lambda)/\tan\alpha_D$①
>6~10	-69	-52	-40	-43	-33	-25	-23	-17	-13			
>10~18	-87	-65	-50	-55	-42	-32	-28	-21	-16			
>18~30	-113	-85	-65	-69	-52	-40	-35	-26	-20			
>30~50	-139	-104	-80	-87	-65	-50	-43	-33	-25			
>50~80	-173	-130	-100	-104	-78	-60	-52	-39	-30			
>80~120	-208	-156	-120	-125	-94	-72	-62	-47	-36			
>120~180	-251	-189	-145	-147	-111	-85	-74	-56	-43			
>180~250	-294	-222	-170	-170	-130	-100	-87	-65	-50			
>250~315	-329	-248	-190	-190	-143	-110	-97	-73	-56			
>315~400	-364	-274	-210	-210	-163	-125	-107	-81	-62			
>400~500	-398	-300	-230	-230	-176	-135	-118	-89	-68			
>500~630	-450	-339	-260	-260	-189	-145	-132	-99	-76			
>630~800	-502	-378	-290	-290	-209	-160	-139	-104	-80			
>800~1000	-554	-417	-320	-320	-222	-170	-149	-112	-86			

① 对于大径，取值为零。

9. 圆锥直齿渐开线花键内花键小径 D_H 极限偏差和外花键大径 D_{ce} 公差（见表 2-23）

表 2-23　圆锥直齿渐开线花键内花键小径 D_H 极限偏差和外花键大径 D_{ce} 公差

（GB/T 18842—2008）　　（单位：μm）

直径 D_H 和 D_{ce} /mm	内花键小径 D_H 极限偏差			外花键大径 D_{ce} 公差		
	模数 m/mm					
	0.25~0.75 H10	1~1.75 H11	2~10 H12	0.25~0.75 IT10	1~1.75 IT11	2~10 IT12
≤6	+48 0	—	—	48	—	—

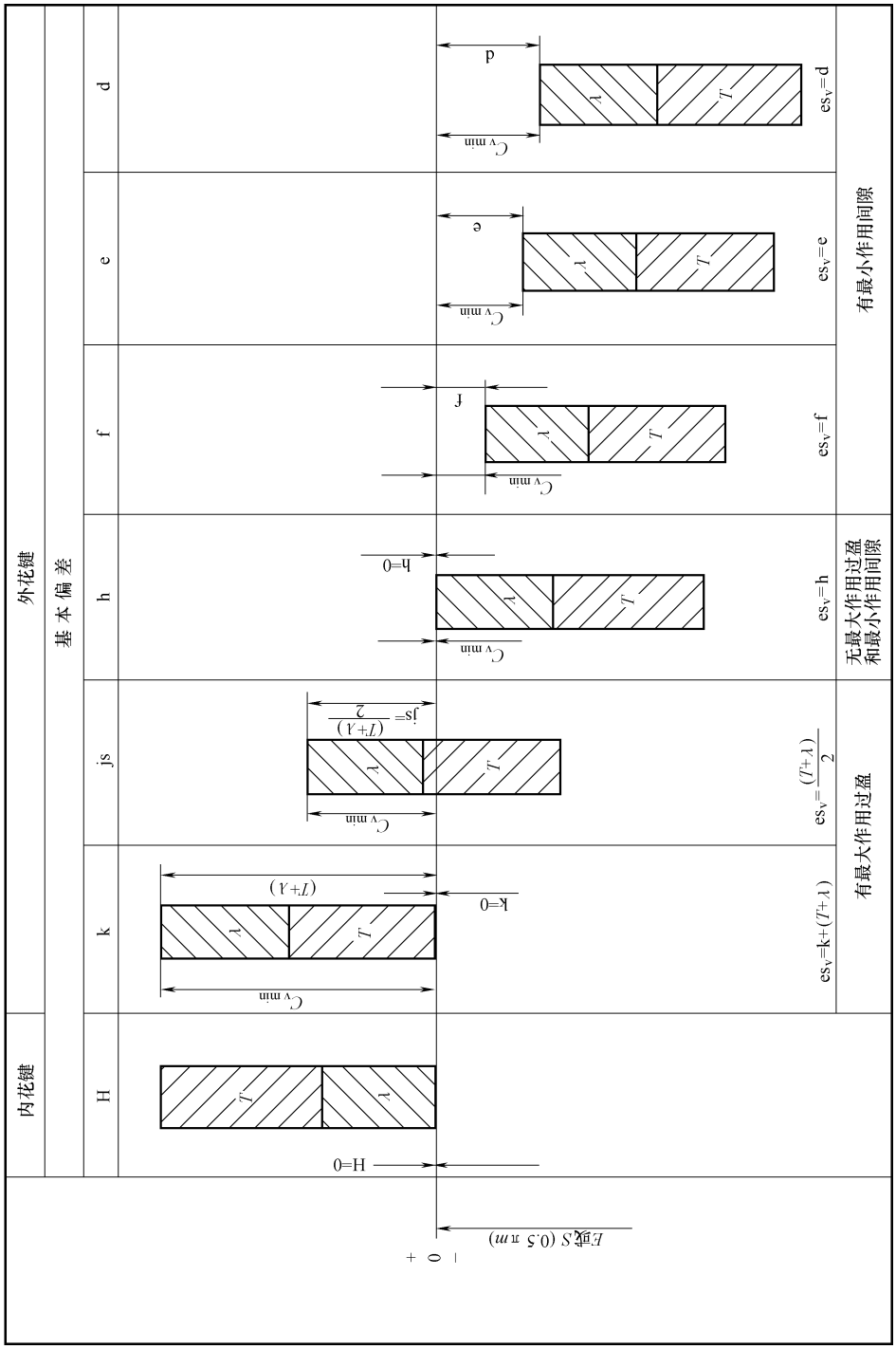
（续）

直径 D_H 和 D_{ce} /mm	内花键小径 D_H 极限偏差			外花键大径 D_{ce} 公差		
	模数 m/mm					
	0.25～0.75 H10	1～1.75 H1	2～10 H12	0.25～0.75 IT10	1～1.75 IT11	2～10 IT12
>6～10	$^{+58}_{0}$	$^{+90}_{0}$	—	58	—	—
>10～18	$^{+70}_{0}$	$^{+110}_{0}$	$^{+180}_{0}$	70	110	—
>18～30	$^{+84}_{0}$	$^{+130}_{0}$	$^{+210}_{0}$	84	130	210
>30～50	$^{+100}_{0}$	$^{+160}_{0}$	$^{+250}_{0}$	100	160	250
>50～80	$^{+120}_{0}$	$^{+190}_{0}$	$^{+300}_{0}$	120	190	300
>80～120	—	$^{+220}_{0}$	$^{+350}_{0}$	—	220	350
>120～180	—	$^{+250}_{0}$	$^{+400}_{0}$	—	250	400
>180～250	—	—	$^{+460}_{0}$	—	—	460
>250～315	—	—	$^{+520}_{0}$	—	—	520
>315～400	—	—	$^{+570}_{0}$	—	—	570
>400～500	—	—	$^{+630}_{0}$	—	—	630
>500～630	—	—	$^{+700}_{0}$	—	—	700
>630～800	—	—	$^{+800}_{0}$	—	—	800
>800～1000	—	—	$^{+900}_{0}$	—	—	900

注：若花键尺寸超出表中数值时，按 GB/T 1800.1—2009 取值。

10. 圆锥直齿渐开线花键齿配合（见表 2-24）

表 2-24　圆锥直齿渐开线花键齿配合 (GB/T1884—2008)



注：1. 花键齿侧配合的性质取决于最小作用侧隙，见表图。本部分规定花键连接有六种齿侧配合类别，H/k、H/js、H/h、H/f、H/e 和 H/d。对 45°标准压力角的花键连接，应优先选用 H/k、H/h 和 H/f。

2. 渐开线花键连接的齿侧配合采用基孔制，即仅用改变外花键作用齿厚上偏差的方法实现不同的配合。

3. 在渐开线花键连接中，键齿侧面既起驱动作用，又有自动定中心作用，在结构设计时应考虑到这一特点。

当内、外花键对其安装基准有同轴度误差时，将减小花键副的作用间隙或增大作用过盈，因此必要时用调整齿侧配合类别等方法予以补偿。

4. 允许不同公差等级的内、外花键相互配合。

5. 齿距累积误差、齿形误差和齿向误差都会减小作用间隙或增大作用过盈，因此标准中给出了综合公差 λ 予以补偿。

6. 如设计需要，齿圈径向圆跳动公差 F_r 见标准。

11. 圆锥直齿渐开线花键齿圈径向圆跳动公差（见表 2-25）

表 2-25　圆锥直齿渐开线花键齿圈径向圆跳动公差（GB/T 18842—2008）

（单位：μm）

公差等级	模数 m/mm	分度圆直径 D/mm															
		≤125				>125～400				>400～800				>800			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
4	≤3	10	16	25	36	15	22	36	50	18	28	40	63	20	32	50	71
	4～6	11	18	28	40	16	25	40	56	20	32	50	71	22	36	56	80
	8 和 10	13	20	32	45	18	28	45	63	22	36	56	80	25	40	63	90
5	≤3	16	25	36	45	22	36	50	63	28	45	63	80	32	50	71	90
	4～6	18	28	40	50	25	40	56	71	32	50	71	90	36	56	80	100
	8 和 10	20	32	45	56	28	45	63	86	36	56	80	100	40	63	90	112
6	≤3	25	36	45	71	36	50	63	80	45	63	80	100	50	71	90	112
	4～6	28	40	50	80	40	56	71	100	50	71	90	112	56	80	100	125
	8 和 10	32	45	56	90	45	63	86	112	56	80	100	125	63	90	112	140
7	≤3	36	45	71	100	50	63	80	112	63	80	100	125	71	90	112	140
	4～6	40	50	80	125	71	90	112	140	71	90	112	140	80	100	125	160
	8 和 10	45	56	90	140	80	100	125	160	80	100	125	160	90	112	140	180

注：根据需要从表中公差系列 A、B、C 和 D 中选择齿圈径向圆跳动公差值。

12. 圆锥直齿渐开线花键参数标注（见表 2-26）

表 2-26　圆锥直齿渐开线花键参数标注（GB/T 3478.1—2008）

1）在零件图样上，应给出制造花键时所需的全部尺寸、公差和参数，列出参数表，表中应给出齿数、模数、压力角、公差等级和配合类别、渐开线终止圆直径最小值或渐开线起始圆直径最大值、齿根圆弧最小曲率半径，以及按 GB/T 3478.5—2008 与选用的检验方法有关的相应项目。也可列出其他项目，例如：大径、小径及其偏差、M 值或 W 值等项目。必要时画出齿形放大图

2）在有关图样和技术文件中，需要标记时，应符合如下规定：

内花键：INT

外花键：EXT

花键副：INT/EXT

齿数：z（前面加齿数值）

模数：m（前面加模数值）

30°平齿根：30P

30°圆齿根：30R

37.5°圆齿根：37.5

45°圆齿根：45

公差等级：4 级、5 级、6 级或 7 级

配合类别：H（内花键）

k、js、h、f、e 或 d（外花键）

标准编号：GB/T 3478.1—2008

标记示例：

示例 1：花键副，齿数 24、模数 2.5mm、30°圆齿根、公差等级为 5 级、配合类别为 H/h

花键副：INT/EXT　$24z\times25m\times30R\times5H/5h$　GB/T 3478.1—2008

内花键：INT　$24z\times2.5m\times30R\times5H$　GB/T 3478.1—2008

外花键：EXT　$24z\times2.5m\times30R\times5h$　GB/T 3478.1—2008

示例 2：花键副，齿数 24、模数 2.5mm、内花键为 30°平齿根、公差等级为 6 级；外花键为 30°圆齿根、其公差等级为 5 配合类别为 H/h

花键副：INT/EXT　$24z\times2.5m\times30P/R\times6H/5h$　GB/T 3478.1—2008

内花键：INT　$24z\times2.5m\times30P\times6H$　GB/T 3478.1—2008

外花键：EXT　$24z\times2.5m\times30R\times5h$　GB/T 3478.1—2008

示例 3：花键副，齿数 24、模数 2.5mm、37.5°圆齿根、公差等级为 6 级、配合类别为 H/h

花键副：INT/EXT　$24z\times2.5m\times37.5\times6H/6h$　GB/T 3478.1—2008

内花键：INT　$24z\times2.5m\times37.5\times6H$　GB/T 3478.1—2008

外花键：EXT　$24z\times2.5m\times37.5\times6h$　GB/T 3478.1—2008

示例 4：花键副，齿数 24、模数 2.5mm、45°圆齿根、内花键公差等级为 6 级、外花键公差等级为 7 级、配合类别为 H

花键副：INT/EXT　$24z\times2.5m\times45\times6H/7h$　GB/T 3478.1—2008

内花键：INT　$24z\times2.5m\times45\times6H$　GB/T 3478.1—2008

外花键：EXT　$24z\times2.5m\times45\times7h$　GB/T 3478.1—2008

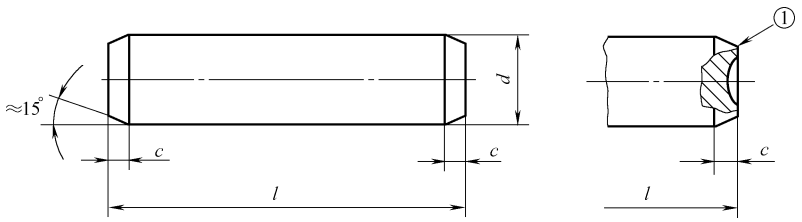
2.2.3　销连接的设计数据

1. 圆柱销　不淬硬钢和奥氏体不锈钢

淬硬钢和马氏体不锈钢（见表 2-27）

表 2-27　圆柱销　不淬硬钢和奥氏体不锈钢（GB/T 119.1—2000）、**淬硬钢和马氏体不锈钢**（GB/T 119.2—2000）　　（单位：mm）

末端形状由制造者确定



①允许倒圆或凹穴

标记方法按 GB/T 1237—2000 规定。

标记示例（GB/T 119.1—2000）

公称直径 $d=6$mm、公差为 m6、公称长度 $l=30$mm、材料为钢、不经淬火、不经表面处理的圆柱销的标记为：

销　GB/T 119.1　6 m6×30

公称直径 $d=6$mm、公差为 m6、公称长度 $l=30$mm、材料为 Al 组奥氏体不锈钢、表面简单处理的圆柱销的标记为：

销　GB/T 119.1　6 m6×30-Al

标记示例（GB/T 119.2—2000）

公称直径 $d=6$mm、公差为 m6、公称长度 $l=30$mm、材料为钢、普通淬火（A 型）、表面氧化处理的圆柱销的标记为：

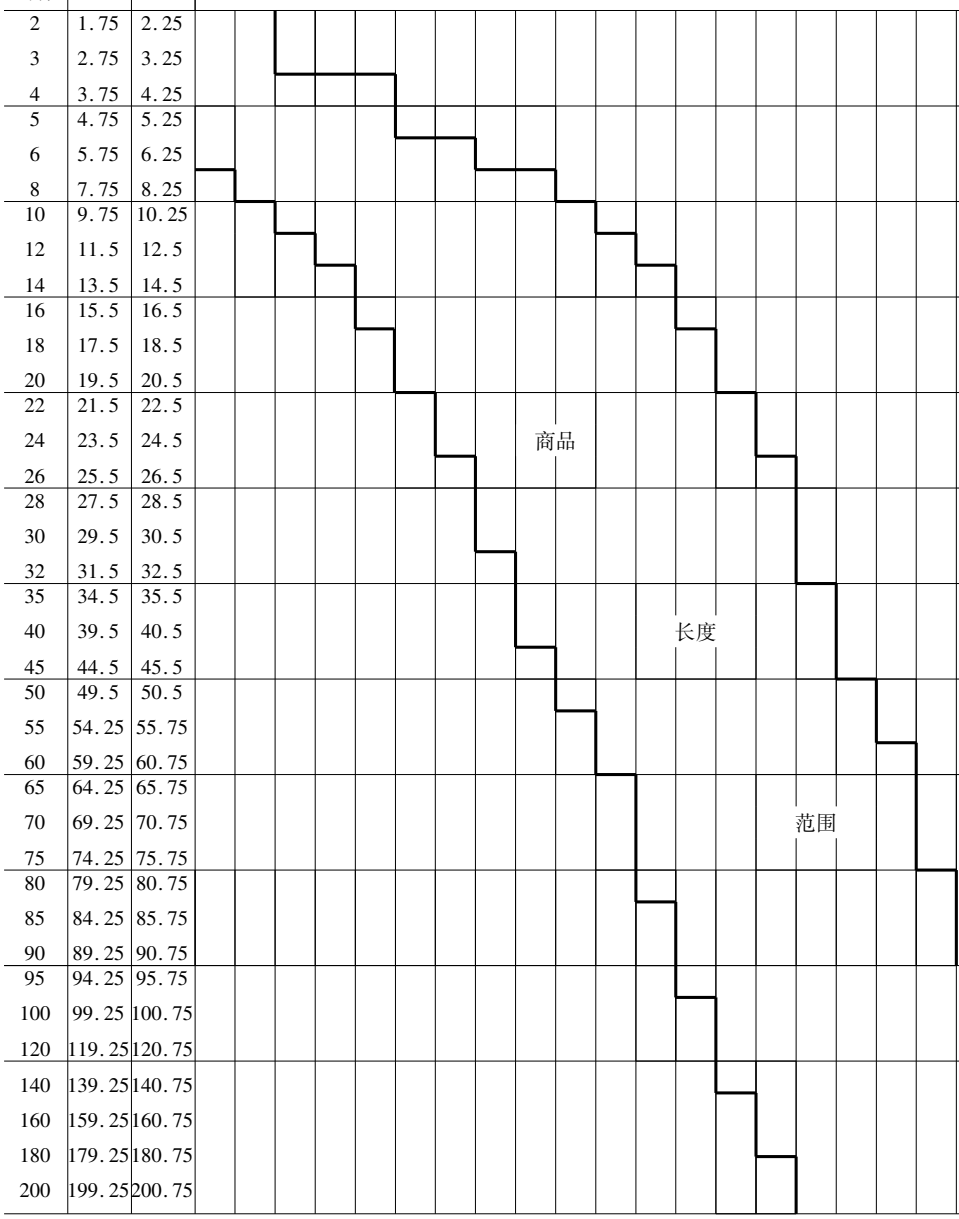
销　GB/T 119.2　6×30

公称直径 $d=6$mm、公差为 m6、公称长度 $l=30$mm、材料为 C1 组马氏体不锈钢、表面简单处理的圆柱销的标记为：

销　GB/T 119.2　6×30-C1

（续）

尺寸规格																					
d　m6/h8[①]			0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
c　≈			0.12	0.16	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5	0.63	0.8	1.2	1.6	2	2.5	3	3.5	4	5	6.3	8
l[②]																					
公称	min	max																			
2	1.75	2.25																			
3	2.75	3.25																			
4	3.75	4.25																			
5	4.75	5.25																			
6	5.75	6.25																			
8	7.75	8.25																			
10	9.75	10.25																			
12	11.5	12.5																			
14	13.5	14.5																			
16	15.5	16.5																			
18	17.5	18.5																			
20	19.5	20.5																			
22	21.5	22.5																			
24	23.5	24.5																			
26	25.5	26.5																			
28	27.5	28.5																			
30	29.5	30.5																			
32	31.5	32.5																			
35	34.5	35.5																			
40	39.5	40.5																			
45	44.5	45.5																			
50	49.5	50.5																			
55	54.25	55.75																			
60	59.25	60.75																			
65	64.25	65.75																			
70	69.25	70.75																			
75	74.25	75.75																			
80	79.25	80.75																			
85	84.25	85.75																			
90	89.25	90.75																			
95	94.25	95.75																			
100	99.25	100.75																			
120	119.25	120.75																			
140	139.25	140.75																			
160	159.25	160.75																			
180	179.25	180.75																			
200	199.25	200.75																			



（续）

尺寸规格														
d m6①			1	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
c ≈			0.2	0.3	0.35	0.4	0.5	0.63	0.8	1.2	1.6	2	2.5	3	3.5
l②															
公称	min	max													
3	2.75	3.25													
4	3.75	4.25													
5	4.75	5.25													
6	5.75	6.25													
8	7.75	8.25													
10	9.75	10.25													
12	11.5	12.5													
14	13.5	14.5													
16	15.5	16.5													
18	17.5	18.5													
20	19.5	20.5					商品								
22	21.5	22.5													
24	23.5	24.5													
26	25.5	26.5							长度						
28	27.5	28.5													
30	29.5	30.5													
32	31.5	32.5									范围				
35	34.5	35.5													
40	39.5	40.5													
45	44.5	45.5													
50	49.5	50.5													
55	54.25	55.75													
60	59.25	60.75													
65	64.25	65.75													
70	69.25	70.75													
75	74.25	75.75													
80	79.25	80.75													
85	84.25	85.75													
90	89.25	90.75													
95	94.25	95.75													
100	99.25	100.75													

① 其他公差由供需双方协议。

② 公称长度大于 100mm，按 20mm 递增。

（续）

技术条件和引用标准尺寸		
材料①	钢	奥氏体不锈钢
	硬度 125 ~ 245HV30	Al（GB/T 3098.6—2000） 硬度 210 ~ 280HV（30min）
表面粗糙度	公差 m6：$Ra \leqslant 0.8\mu m$ 公差 h8：$Ra \leqslant 1.6\mu m$	
表面缺陷	不允许有不规则的和有害的缺陷 销的任何部位不得有毛刺	
表面处理	不经处理 氧化 镀锌钝化（按 GB/T 5267—2002） 磷化（按 GB/T 11376—1997）	简单处理
	其他表面镀层或表面处理应由供需双方协议 所有公差仅适用于涂、镀前的公差	
验收及包装	GB/T 90—2002	

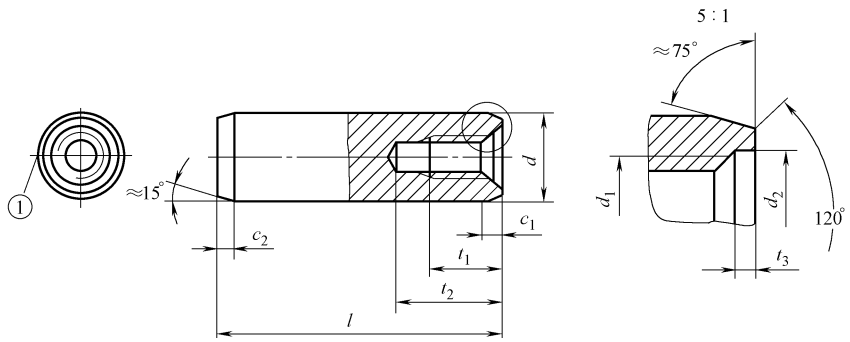
	钢			马氏体不锈钢
材料①	A 型普通淬火	B 型表面淬火		C1（GB/T 3098.6—2000）
	化学成分（质量分数，%）			淬火并回火硬度： 460 ~ 560HV30
	C：0.95 ~ 1.1 Si：0.15 ~ 0.35 Mn：0.25 ~ 0.4 P：0.03max S：0.025max Cr：1.35 ~ 1.65 硬度：550 ~ 650HV30	其他 C：0.06 ~ 0.13 Si：0.1 ~ 0.4 Mn：0.25 ~ 0.6 P：0.025max S：0.05max	或 C：0.15max Si：0.10max Mn：0.9 ~ 1.3 P：0.07max S：0.15 ~ 0.35 Pb：0.15 ~ 0.35	
		由制造者确定 表面硬度：600 ~ 700HV　1 渗碳层深度 0.25 ~ 0.4mm 的硬度： 550HV　1（min）		
表面粗糙度	$Ra \leqslant 0.8\mu m$			
表面缺陷	不允许有不规则的和有害的缺陷 销的任何部位不得有毛刺			
表面处理	不经处理 氧化 镀锌钝化（按 GB/T 5267—2002） 磷化（按 GB/T 11376—1997）			简单处理
	其他表面镀层或表面处理，应由供需双方协议 所有公差仅适用于涂、镀前的公差			
验收及包装	GB/T 90—2002			

① 其他材料由供需双方协议。

2. 内螺纹　圆柱销　不淬硬钢和马氏体不锈钢（见表 2-28）

表 2-28　内螺纹　圆柱销　不淬硬钢和马氏体不锈钢（GB/T 120.1—2000）

（单位：mm）



①小平面或凹槽，由制造者确定

标记方法按 GB/T 1237—2000 规定。

标记示例

公称直径 d = 6mm、公差为 m6、公称长度 l = 30mm、材料为钢、不经淬火、不经表面处理的内螺纹圆柱销的标记为：

销　GB/T 120.1　6×30

公称直径 d = 6mm、公差为 m6、公称长度 l = 30mm、材料为 Al 组奥氏体不锈钢、表面简单处理的内螺纹圆柱销的标记为：

销　GB/T 120.1　6×30-Al

尺寸规格										
d　m6①	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
c_1　≈	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3
c_2　≈	1.2	1.6	2	2.5	3	3.5	4	5	6.3	8
d_1	M4	M5	M6	M6	M8	M10	M16	M20	M20	M24
p②	0.7	0.8	1	1	1.25	15	2	2.5	2.5	3
d_2	4.3	5.3	6.4	6.4	8.4	10.5	17	21	21	25
t_1	6	8	10	12	16	18	24	30	30	36
t_2　min	10	12	16	20	25	28	35	40	40	50
t_3	1	1.2	1.2	1.2	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5

（续）

尺寸规格			
l③			
公称	min	max	
16	15.5	16.5	
18	17.5	18.5	
20	19.5	20.5	
22	21.5	22.5	
24	23.5	24.5	
26	25.5	26.5	
28	27.5	28.5	
30	29.5	30.5	
32	31.5	32.5	
35	34.5	35.5	
40	39.5	40.5	商品
45	44.5	45.5	
50	49.5	50.5	
55	54.25	55.75	
60	59.25	60.75	
65	64.25	65.75	
70	69.25	70.75	长度
75	74.25	75.75	
80	79.25	80.75	
85	84.25	85.75	
90	89.25	90.75	
95	94.25	95.75	
100	99.25	100.75	范围
120	119.25	120.75	
140	139.25	140.75	
160	159.25	160.75	
180	179.25	180.75	
200	199.25	200.75	

① 其他公差由供需双方协议。

② P——螺距。

③ 公称长度 > 200mm，按 20mm 递增。

（续）

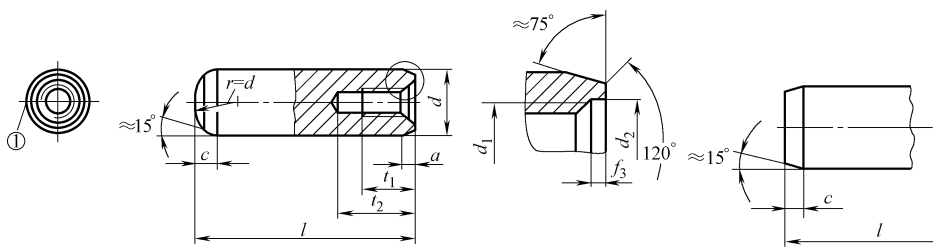
技术条件和引用标准尺寸		
螺　　纹	6H（GB/T 197—2003）	
材料①	钢	奥氏体不锈钢
	硬度 125 ~ 245HV　30	A1（GB/T 3098.6） 硬度 210 ~ 280HV　30
表面粗糙度	$Ra \leqslant 0.8\mu m$	
表面缺陷	不允许有不规则的和有害的缺陷 销的任何部位不得有毛刺	
表面处理	不经处理 氧化 镀锌钝化按 GB/T 5267—2002 磷化铵 GB/T 11376—1997	简单处理
	其他表面镀层或表面处理，应由供需双方协议 所有公差仅适用于涂、镀前的公差	
验收及包装	GB/T 90—2002	

① 其他材料由供需双方协议。

3. 内螺纹　圆柱销　不淬硬钢和奥氏体不锈钢（见表 2-29）

表 2-29　内螺纹　圆柱销　不淬硬钢和奥氏体不锈钢（GB/T 120.2—2000）

（单位：mm）



A 型：球面圆柱端，适用于普通淬火钢和马氏体不锈钢　　B 型：平端，用于表面淬火钢

①小平面或凹槽，由制造者确定　　其余尺寸见 A 型

标记方法按 GB/T 1237—2000 规定。

标记示例

公称直径 $d=6$mm、公差为 m6、公称长度 $l=30$mm、材料为钢、普通淬火（A 型）、表面氧化处理的内螺纹圆柱销的标记为：

销　GB/T 120.2　6×30-A

公称直径 $d=6$mm、公差为 m6、公称长度 $l=30$mm、材料为 C1 组马氏体不锈钢、表面简单处理的内螺纹圆柱销的标记为：

销　GB/T 120.2　6×30-C1

（续）

尺寸规格											
d　m6①			6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
a　≈			0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3
c			2.1	2.6	3	3.8	4.6	6	6	7	8	10
d_1			M4	M5	M6	M6	M8	M10	M16	M20	M20	M24
P②			0.7	0.8	1	1	1.25	1.5	2	2.5	2.5	3
d_2			4.3	5.3	6.4	6.4	8.4	10.5	17	21	21	25
t_1			6	8	10	12	16	18	24	30	30	36
t_2　min			10	12	16	20	25	28	35	40	40	50
t_3			1	1.2	1.2	1.2	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5
l③												
公称	min	max										
16	15.5	16.5										
18	17.5	18.5										
20	19.5	20.5										
22	21.5	22.5										
24	23.5	24.5										
26	25.5	26.5										
28	27.5	28.5										
30	29.5	30.5		商品								
32	31.5	32.5										
35	34.5	35.5										
40	39.5	40.5										
45	44.5	45.5										
50	49.5	50.5										
55	54.25	55.75				长度						
60	59.25	60.75										
65	64.25	65.75										
70	69.25	70.75										
75	74.25	75.75										
80	79.25	80.75										
85	84.25	85.75							范围			
90	89.25	90.75										
95	94.25	95.75										
100	99.25	100.75										
120	119.25	120.75										
140	139.25	140.75										
160	159.25	160.75										
180	179.25	180.75										
200	199.25	200.75										

① 其他公差由供需双方协议。

② P—螺距。

③ 公称长度大于 200mm，按 20mm 递增。

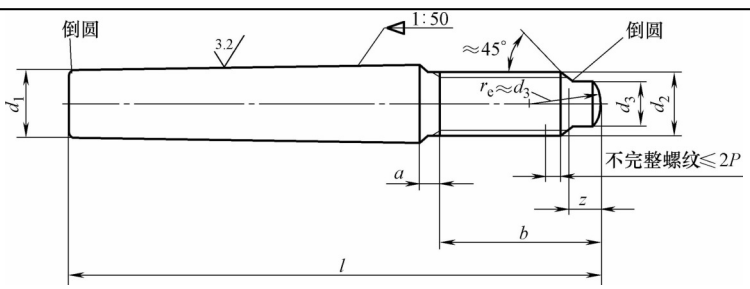
（续）

<table>
<tr><td colspan="5">技术条件和引用标准</td></tr>
<tr><td>螺纹</td><td colspan="4">6H（GB/T 197—2003）</td></tr>
<tr><td rowspan="6">材料①</td><td colspan="3">钢</td><td>马氏体不锈钢</td></tr>
<tr><td>A 型普通淬火</td><td colspan="2">B 型表面淬火</td><td>C1（GB/T 3098.6—2000）</td></tr>
<tr><td colspan="3">化学成分（质量分数）</td><td rowspan="4">淬火并回火硬度：
460～560HV　30</td></tr>
<tr><td></td><td>其他</td><td>或</td></tr>
<tr><td rowspan="2">C：0.95～1.1
Si：0.15～0.35
Mn：0.25～0.4
P：0.03max
S：0.025max
Cr：1.35～1.65
硬度：550～650HV　30</td><td>C：0.06～0.13
Si：0.1～0.4
Mn：0.25～0.6
P：0.025max
S：0.05max</td><td>C：0.15max
Si：0.10max
Mn：0.9～1.3
P：0.07max
S：0.15～0.35
Pb：0.15～0.35</td></tr>
<tr><td colspan="2">由制造者确定
表面硬度：600～700HV　1
渗碳层深度 0.25～0.4mm 的硬度：
550HV　1（min）</td></tr>
<tr><td>表面粗糙度</td><td colspan="4">$Ra \leqslant 0.8\mu m$</td></tr>
<tr><td>表面缺陷</td><td colspan="4">不允许有不规则的和有害的缺陷
销的任何部位不得有毛刺</td></tr>
<tr><td rowspan="2">表面处理</td><td colspan="3">不经处理
氧化
镀锌钝化按 GB/T 5267—2002
磷化按 GB/T 11376—1997</td><td>简单处理</td></tr>
<tr><td colspan="4">其他表面镀层或表面处理，应由供需双方协议
所有公差仅适用于涂、镀前的公差</td></tr>
<tr><td>验收及包装</td><td colspan="4">GB/T 90—2002</td></tr>
</table>

① 其他材料由供需双方协议。

4. 螺尾锥销（见表 2-30）

表 2-30　螺尾锥销（GB/T 881—2000）　　（单位：mm）



标记方法按 GB/T 1237—2000 规定。

标记示例

公称直径 $d=6$mm、公称长度 $l=50$mm、材料为 Y12 或 Y15、不经热处理、不经表面处理的螺尾锥销的标记为：

销　GB/T 881　6×50

（续）

尺寸规格												
d_1　h10[①]			5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
a　max			2.4	3	4	4.5	5.3	6	6	7.5	9	10.5	12
b		max	15.6	20	24.5	27	30.5	39	39	45	52	65	78
		min	14	18	22	24	27	35	35	40	46	58	70
d_2			M5	M6	M8	M10	M12	M16	M16	M20	M24	M30	M36
P[②]			0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2	2.5	3	3.5	4
d_3		max	3.5	4	5.5	7	8.5	12	12	15	18	23	28
		min	3.25	3.7	5.2	6.6	8.1	11.5	11.5	14.5	17.5	22.5	27.5
z		max	1.5	1.75	2.25	2.75	3.25	4.3	4.3	5.3	6.3	7.5	9.4
		min	1.25	1.5	2	2.5	3	4	4	5	6	7	8
l[③]													
公称	min	max											
40	39.5	40.5											
45	44.5	45.5											
50	49.5	50.5											
55	54.25	55.75											
60	59.25	60.75											
65	64.25	65.75											
75	74.25	75.75											
85	84.25	85.75				商品							
100	99.25	100.75											
120	119.25	120.75											
140	139.25	140.75						长度					
160	159.25	160.75											
190	189.25	190.75											
220	219	221									范围		
250	249	251											
280	279	281											
320	319	321											
360	359	361											
400	399	401											

① 其他公差由供需双方协议。

② P——螺距。

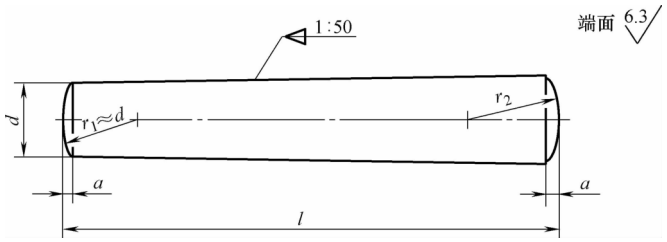
③ 公称长度 >400mm，按 40mm 递增。

（续）

技术条件和引用标准		
螺　　纹	6g（GB/T 197—2003）	
材料	钢	不锈钢
	易切钢：Y12、Y15（GB/T 8731—2008） 碳素钢：35、45（GB/T 699—1999） 35，28～38HRC（GB/T 699—1999） 45，38～41HRC（GB/T 699—1999） 合金钢：30CrMnSiA，35～41HRC （GB/T 3077—1999）	1Cr13、2Cr13（GB/T 1220—2007） Cr17Ni2（GB/T 1220—2007） 0Cr18Ni9Ti（GB/T 1220—2007）
锥度	锥度公差及检验方法按 GB/T 11334—2005 由供需双方协议	
表面缺陷	不允许有不规则的和有害的缺陷 销的任何部位不得有毛刺	
表面处理	不经处理 氧化 磷化（按 GB/T 11376—1997） 镀锌钝化（按 GB/T 5267—2002）	简单处理
	其他表面镀层或表面处理，应由供需双方协议 所有公差仅适用于涂、镀前的公差	
验收及包装	GB/T 90—2002	

5. 圆锥销（见表 2-31）

表 2-31　圆锥销（GB/T 117—2000）　　（单位：mm）



标记方法按 GB/T 1237—2000 规定

标记示例

公称直径 $d=6$mm、公称长度 $l=30$mm、材料为 35 钢、热处理硬度 28～38HRC、表面氧化处理的 A 型圆锥销的标记为：

销　GB/T 117　6×30

（续）

尺寸规格																					
d h10[①]			0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
a ≈			0.08	0.1	0.12	0.16	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.63	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3
l[②]																					
公称	min	max																			
2	1.75	2.25																			
3	2.75	3.25																			
4	3.75	4.25																			
5	4.75	5.25																			
6	5.75	6.25																			
8	7.75	8.25																			
10	9.75	10.25																			
12	11.5	12.5																			
14	13.5	14.5																			
16	15.5	16.5																			
18	17.5	18.5						商品													
20	19.5	20.5																			
22	21.5	22.5																			
24	23.5	24.5																			
26	25.5	26.5																			
28	27.5	28.5																			
30	29.5	30.5										长度									
32	31.5	32.5																			
35	34.5	35.5																			
40	39.5	40.5																			
45	44.5	45.5																			
50	49.5	50.5																			
55	54.25	55.75																			
60	59.25	60.75																			
65	64.25	65.75																			
70	69.25	70.75														范围					
75	74.25	75.75																			

（续）

尺寸规格																					
d h10①			0.6	0.8	1	1.2	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
a ≈			0.08	0.1	0.12	0.16	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.63	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3
l②																					
公称	min	max																			
80	79.25	80.75																			
85	84.25	85.75																			
90	89.25	90.75																			
95	94.25	95.75																			
100	99.25	100.75																			
120	119.25	120.75																			
140	139.25	140.75																			
160	159.25	160.75																			
180	179.25	180.75																			
200	199.25	200.75																			

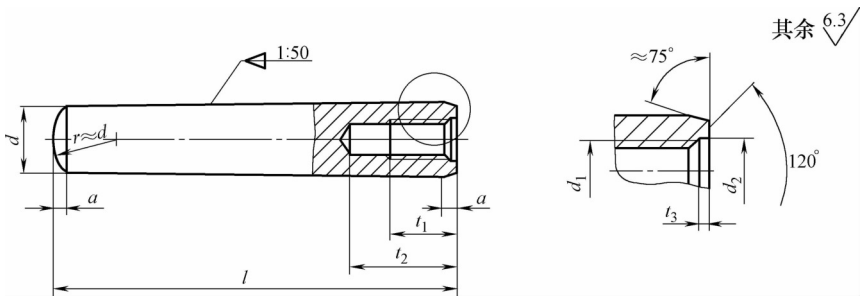
① 其他公差，如 a11，c11 和 f8，由供需双方协议。

② 公称长度 >200mm，按 20mm 递增。

技术条件和引用标准		
材料	钢	不锈钢
	易切钢：Y12、Y15（GB/T 8731—2008） 碳素钢：35、45（GB/T 699—1999） 35，28 ~ 38HRC（GB/T 699—1999） 45，38 ~ 46HRC（GB/T 699—1999） 合金钢：30CrMnSiA，35 ~ 41HRC（GB/T 3077—1999）	1Cr13、2Cr13（GB/T 1220—2007） Cr17Ni2（GB/T 1220—2007） 0Cr18Ni9Ti（GB/T 1220—2007）
锥度	锥度公差及检验方法按 GB/T 11334—2005 由供需双方协议	
表面缺陷	不允许有不规则的和有害的缺陷 销的任何部位不得有毛刺	
表面处理	不经处理 氧化 磷化（按 GB/T 11376—1997） 镀锌钝化（按 GB/T 5267—2002）	简单处理
	其他表面镀层或表面处理应由供需双方协议 所有公差仅适用于涂、镀前的公差	
验收及包装	GB/T 90—2002	

6. 内螺纹圆锥销（见表 2-32）

表 2-32　内螺纹圆锥销（GB/T 118—2000）



A 型（磨削）：锥面表面粗糙度 $Ra = 0.8\mu m$

B 型（切削）：锥面表面粗糙度 $Ra = 3.2\mu m$

标记示例

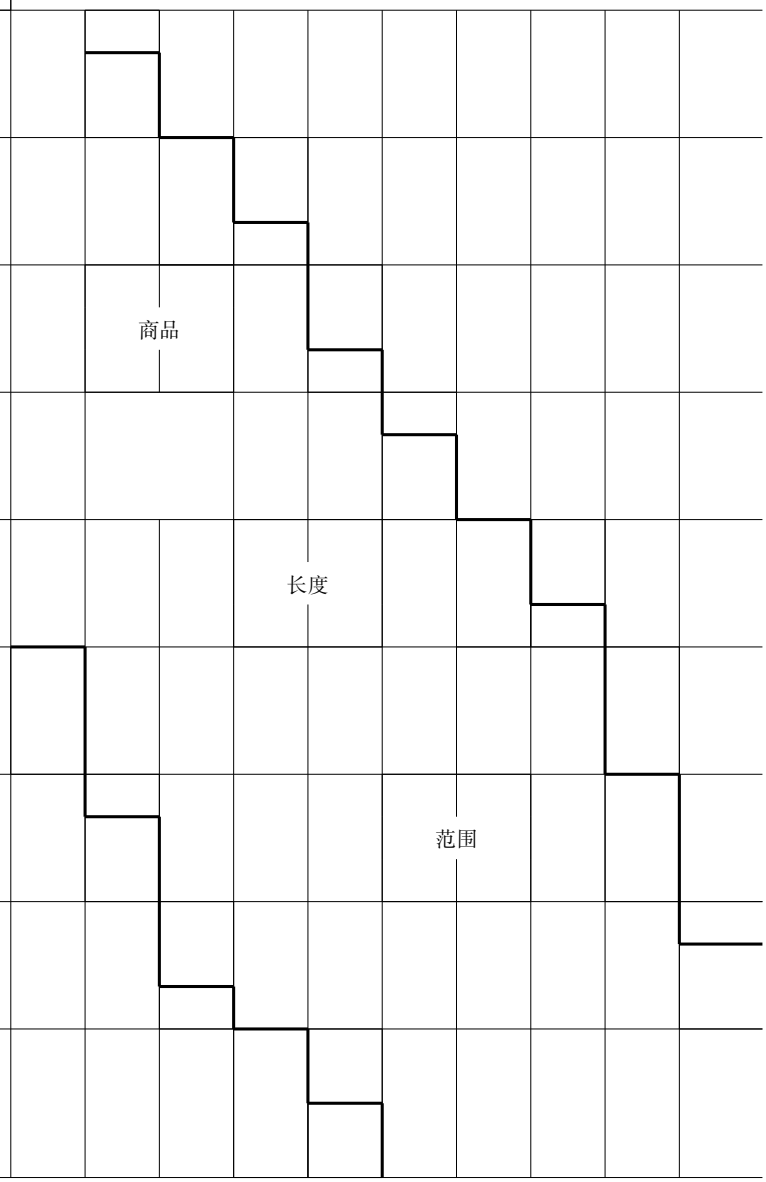
公称直径 $d = 6mm$、公称长度 $l = 30mm$、材料为 35 钢、热处理硬度 28 ~ 38HRC、表面氧化处理的 A 型内螺纹圆锥销的标记为：

销　GB/T 118　6 × 30

尺寸规格										
d　h10①	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
a　≈	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3
d_1	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M20	M24
p②	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75	2	2.5	2.5	3
d_2	4.3	5.3	6.4	8.4	10.5	13	17	21	21	25
t_1	6	8	10	12	16	18	24	30	30	36
t_2　min	10	12	16	20	25	28	35	40	40	50
t_3	1	1.2	1.2	1.2	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5

（续）

尺寸规格		
l③		
公称	min	max
16	15.5	16.5
18	17.5	18.5
20	19.5	20.5
22	21.5	22.5
24	23.5	24.5
26	25.5	26.5
28	27.5	28.5
30	29.5	30.5
32	31.5	32.5
35	34.5	35.5
40	39.5	40.5
45	44.5	45.5
50	49.5	50.5
55	54.25	55.75
60	59.25	60.75
65	64.25	65.75
70	69.25	70.75
75	74.25	75.75
80	79.25	80.75
85	84.25	85.75
90	89.25	90.75
95	94.25	95.75
100	99.25	100.75
120	119.25	120.75
140	139.25	140.75
160	159.25	160.75
180	179.25	180.75
200	199.25	200.75



① 其他公差，如 a11，c11 和 f8，由供需双方协议。

② P——螺距。

③ 公称长度 >200mm，按 20mm 递增。

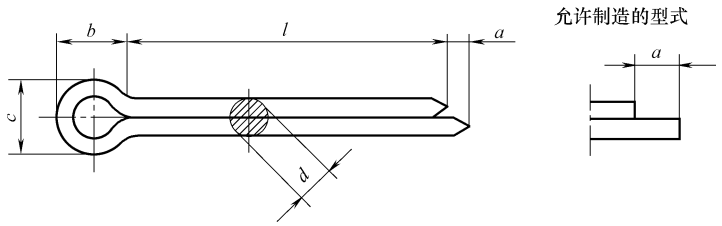
（续）

技术条件和引用标准		
螺　　纹	6H（GB/T 197—2003）	
材料	钢	不锈钢
	易切钢：Y12、Y15（GB/T 8731—2008） 碳素钢：35、45（GB/T 699—1999） 35，28 ~ 38HRC（GB/T 699—1999） 45，38 ~ 41HRC（GB/T 699—1999） 合金钢：30CrMnSiA，35 ~ 41HRC （GB/T 3077—1999）	1Cr13、2Cr13（GB/T 1220—2007） Cr17Ni2（GB/T 1220—2007） 0Cr18Ni9Ti（GB/T 1220—2007）
锥度	锥度公差及检验方法按 GB/T 11334—2005 由供需双方协议	
表面缺陷	不允许有不规则的和有害的缺陷 销的任何部位不得有毛刺	
表面处理	不经处理 氧化 磷化（按 GB/T 11376—1997） 镀锌钝化（按 GB/T 5267—2002）	简单处理
	其他表面镀层或表面处理应由供需双方协议 所有公差仅适用于涂、镀前的公差	
验收及包装	GB/T 90—2002	

7. 开口销（见表 2-33）

表 2-33　开口销（GB/T 91—2000）（等效采用 ISO1234—1997）

（单位：mm）



标记示例

公称规格为 5mm、公称长度 l = 50mm、材料为 Q215 或 Q235、不经表面处理的开口销的标记为：

销　GB/T 91　5 × 50

（续）

尺寸规格										
公称规格①			0.6	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3.2
d		max	0.5	0.7	0.9	1.0	1.4	1.8	2.3	2.9
		min	0.4	0.6	0.8	0.9	1.3	1.7	2.1	2.7
a		max	1.6	1.6	1.6	2.50	2.50	2.50	2.50	3.2
		min	0.8	0.8	0.8	1.25	1.25	1.25	1.25	1.6
b		≈	2	2.4	3	3	3.2	4	5	6.4
c		max	1.0	1.4	1.8	2.0	2.8	3.6	4.6	5.8
		min	0.9	1.2	1.6	1.7	2.4	3.2	4.0	5.1
适用的直径②	螺栓	>	—	2.5	3.5	4.5	5.5	7	9	11
		≤	2.5	3.5	4.5	5.5	7	9	11	14
	U形销	>	—	2	3	4	5	6	8	9
		≤	2	3	4	5	6	8	9	12
公称规格①			4	5	6.3	8	10	13	16	20
d		max	3.7	4.6	5.9	7.5	9.5	12.4	15.4	19.3
		min	3.5	4.4	5.7	7.3	9.3	12.1	15.1	19.0
a		max	4	4	4	4	6.30	6.30	6.30	6.30
		min	2	2	2	2	3.15	3.15	3.15	3.15
b		≈	8	10	12.6	16	20	26	32	40
c		max	7.4	9.2	11.8	15.0	19.0	24.8	30.8	38.5
		min	6.5	8.0	10.3	13.1	16.6	21.7	27.0	33.8
适用的直径②	螺栓	>	14	20	27	39	56	80	120	170
		≤	20	27	39	56	80	120	170	—
	U形销	>	12	17	23	29	44	69	110	160
		≤	17	23	29	44	69	110	160	—

① 公称规格等于开口销孔的直径。对销孔直径推荐的公差为：

公称规格≤1.2mm：H13

公称规格 >1.2mm：H14

根据供需双方协议，允许采用公称规格为3mm、6mm和12mm的开口销。

② 用于铁道和在U形销中开口销承受交变横向力的场合，推荐使用的开口销规格应较本表规定的加大一档。

（续）

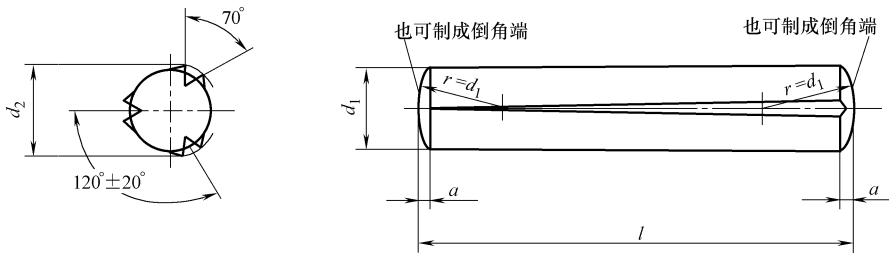
公称长度 l 和商品长度规格																		
长度 l			公 称 规 格															
公称	min	max	0.6	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3.2	4	5	6.3	8	10	13	16	20
4	3.5	4.5																
5	4.5	5.5																
6	5.5	6.5																
8	7.5	8.5																
10	9.5	10.5																
12	11	13																
14	13	15																
16	15	17				商品												
18	17	19																
20	19	21																
22	21	23																
25	24	26																
28	27	29																
32	30.5	33.5							长度									
36	34.5	37.5																
40	38.5	41.5																
45	43.5	46.6																
50	48.5	51.5																
56	54.5	57.5																
63	61.5	64.5											范围					
71	69.5	72.5																
80	78.5	81.5																
90	88	92																
100	98	102																
112	110	114																
125	123	127																
140	138	142																
160	158	162																
180	178	182																
200	198	202																
224	222	226																
250	248	252																
280	278	282																

（续）

技术条件和引用标准		
材　料	碳素钢：Q215、Q235（GB/T 700—2007） 铜合金：H63（GB/T 5232—2007） 不锈钢：1Cr17Ni7、0Cr18Ni9Ti（GB/T 1220—2007） 其他材料由供需双方协议	
韧　性	开口销的每一个脚应能经受反复一次的弯曲，而在弯曲部分不发生断裂或裂缝 弯曲方法：把开口销拉开，将其任意一直脚部分夹紧在检验模内（不应产生压扁），然后将开口销弯曲 90°，往返一次为一次弯曲。试验速度不应超过 60 次/min。检验模应制出半圆槽孔，其直径等于开口销的公称规格，钳口应有 $r=0.5$mm 的圆角	
工作质量	1）眼圈应尽可能制成圆形 2）开口销两脚的横截面应为圆形，但允许开口销两脚平面与圆周交接处有半径 $r=(0.05\sim0.1)d_{max}$ 的圆角 3）开口销两脚的间隙和两脚的错移量应不大于开口销公称规格与 d_{max} 之差值 4）开口销允许制成开口的（α 为两脚内平面的夹角）；公称规格 ≤1.6mm，$\alpha\leqslant8°$；2～6.3mm，$\alpha\leqslant4°$；≥8mm，$\alpha\leqslant2°$	
表面缺陷	不允许有毛刺、不规则的和有害的缺陷	
表面处理	钢	铜、不锈钢
	不经处理： 镀锌钝化按 GB/T 5267—2002 磷化按 GB/T 11376—1997	简单处理
	其他表面镀层或表面处理应由供需双方协议	
验收及包装	GB/T 90—2002	

8. 槽销 全长锥槽（见表 2-34）

表 2-34　槽销 全长锥槽（GB/T 13829.5—2004）　　（单位：mm）



标记示例：

公称直径 $d=6$mm、公称长度 $l=50$mm、材料为碳钢、硬度为 125～245HV30、不经表面处理的全长锥槽的槽销的标记为：

销 GB /T 13829.5　6×50

公称直径 $d=6$mm、公称长度 $l=50$mm、材料为 A1 组奥氏体不锈钢、硬度为 210～280 HV30、表面简单处理的全长锥槽的槽销的标记为：

销 GB /T 13829.5　6×50-A1

（续）

尺寸规格															
d_1	公称	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25
	公差	h9				h11								
a	≈	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.63	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3
最小剪切载荷/kN 双面剪①		1.6	2.84	4.4	6.4	11.3	17.6	25.4	45.2	70.4	101.8	181	283	444
l②		扩展直径 $d_2$③④												
公称	min	max	+0.05 0	±0.05							±0.1			
8	7.75	8.25	1.63	2.15	2.7	3.25	4.3	5.3	6.3						
10	9.75	10.25													
12	11.5	12.5	1.6			3.3				8.35					
14	13.5	14.5					4.35	5.35	6.35		10.4	12.4			
16	15.5	16.5													
18	17.5	18.5			2.65	3.25				8.4					
20	19.5	20.5													
22	21.5	22.5										16.55			
24	23.5	24.5													
26	25.5	26.5					4.3	5.3			10.45	12.45			
28	27.5	28.5													
30	29.5	30.5				3.2									
32	31.5	32.5							6.3	8.35		16.6			
35	34.5	35.5													
40	39.5	40.5					4.25	5.25			10.4	12.4			
45	44.5	45.5													
50	49.5	50.5													
55	54.25	55.75							6.25	8.3		16.55			
60	59.25	60.75									10.35		20.6	25.6	
65	64.25	65.75													
70	69.25	70.75													
75	74.25	75.75													
80	79.25	80.75													
85	84.25	85.75													
90	89.25	90.75								8.25					
95	94.25	95.75										16.5			
100	99.25	100.75													
120	119.25	120.75									10.3				

① 仅适用于第 5 章给出的由碳钢制造的槽销。

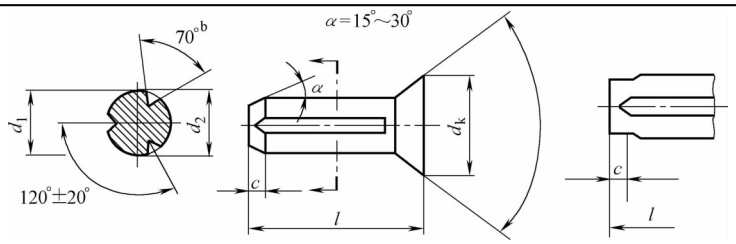
② 阶梯实线间为商品长度规格范围。

③ 扩展直径 d_2 仅适用于第 5 章给出的由碳钢制造的槽销。对其他材料，如不锈钢，则应从给出的数值中减去一定的数量，并应经供需双方协议。

④ 对 d_2 应使用光滑通、止环规进行检验。

9. 沉头槽销（见表 2-35）

表 2-35　沉头槽销（GB/T 13829.9—2004）　　（单位：mm）



A 型　倒角端槽销　　B 型　导杆端槽销

图中 B 型其他尺寸同 A 型

70°槽角仅适用于由冷锻钢制造的槽销。槽角按材料的弹性进行修正

标记示例：

公称直径 d = 6mm、公称长度 l = 30mm、材料为冷镦钢、硬度为 125-245HV30、不经表面处理的沉头槽销的标记为：

销 GB/T 13829.9　6×30

在特殊情况下，如需按标准的规定指定一种型式，则应在标记中注明：

销 GB/T 13829.9　6×30-A

尺寸规格

d_1	公称	1.4	1.6	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20
	max	1.40	1.60	2.00	2.500	3.000	4.0	5.0	6.0	8.00	10.00	12.0	16.0	20.0
	min	1.35	1.55	1.95	2.425	2.925	3.9	4.9	5.9	7.85	9.85	11.8	15.8	19.8
d_k	max	2.7	3.0	3.7	4.6	5.45	7.25	9.1	10.8	14.4	16.0	19.0	26.0	31.5
	min	2.3	2.6	3.3	4.2	4.95	6.75	8.5	10.2	13.6	14.9	17.7	23.7	30.7
c		0.42	0.48	0.6	0.75	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6	4.8	6

l①			扩展直径 $d_2$②③											
公称	min	max	+0.05 0		±0.05						±0.1			
3	2.8	3.2	1.5	1.7										
4	3.7	4.3			2.15	2.7	3.2	4.25	5.25	6.3	8.3	10.35	12.35	16.4
5	4.7	5.3												
6	5.7	6.3												
8	7.7	8.3												
10	9.7	10.3												
12	11.6	12.4												
16	15.6	16.4												
20	19.5	20.5												
25	24.5	25.5												20.5
30	29.5	30.5												
35	34.5	35.5												
40	39.5	40.5												

① 阶梯实线间为商品长度规格范围。

② 扩展直径 d_2 仅适用于由冷镦钢制造的槽销。对其他材料，如不锈钢，则应从给出的数值中减去一定的数量，并应经供需双方协议。

③ 对 d_2 应使用光滑通、止环规进行检验。

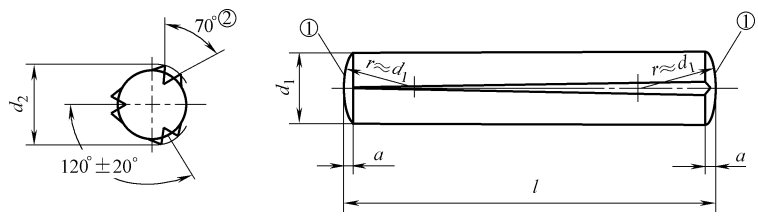
（续）

技术条件和引用标准	
材　料	冷镦钢　硬度：125 ~ 245HV30 其他材料由供需双方协议
槽	槽的形状由制造者任选
表面处理	不经处理 氧化 镀锌钝化（按 GB/T 5267. 1—2002） 磷化（按 GB/T 11376—1997） 其他表面镀层由供需双方协议 所有公差仅适用于涂、镀前的公差
表面缺陷	不允许有不规则或有害的缺陷
验收及包装	GB/T 90. 1—2002、GB/T 90. 2—2002

注：槽销孔的直径应等于槽销的公称直径 d_1，其公差为 H11 级。

10. 槽销 全长锥槽（见表 2-36）

表 2-36　槽销 全长锥槽（GB/T 13829. 5—2004）　　（单位：mm）



①允许制成倒角端

70°槽角仅适用于由碳钢制造的槽销，槽角应按材料的弹性进行修正

标记方法按 GB/T 1237—2000 规定

标记示例

公称直径 $d=6$mm、公称长度 $l=50$mm，材料为碳钢、硬度为 125 ~ 245HV30、不经表面处理的全长锥槽的槽销的标记为：

销 GB/T 13829. 5　6×50

公称直径 $d=6$mm、公称长度 $l=50$m、材料为 A1 组奥氏体不锈钢、硬度为 210 ~ 280HV30、表面简单处理的全长锥槽的槽销的标记为：

销 GB/T 13829. 5　6×50-A1

（续）

尺寸规格															
d_1	公称	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	
	公差	h9				h11									
a	≈	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.63	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	
最小剪切载荷/kN 双面剪①		1.6	2.84	4.4	6.4	11.3	17.6	25.4	45.2	70.4	101.8	181	283	444	
l②		扩展直径 $d_2$③④													
公称	min	max	+0.05 0	±0.05							±0.1				
8	7.75	8.25	1.63	2.15	2.7	3.25	4.3	5.3	6.3	8.35	10.4	12.4	16.55	20.6	25.6
10	9.75	10.25				3.3									
12	11.5	12.5	1.6				4.35	5.35	6.35	8.4	10.45	12.45	16.6		
14	13.5	14.5			2.65	3.25									
16	15.5	16.5													
18	17.5	18.5													
20	19.5	20.5													
22	21.5	22.5					4.3	5.3	6.3	8.35	10.4	12.4	16.55		
24	23.5	24.5				3.2									
26	25.5	26.5													
28	27.5	28.5													
30	29.5	30.5													
32	31.5	32.5					4.25	5.25	6.25	8.3	10.35	12.3			
35	34.5	35.5													
40	39.5	40.5													
45	44.5	45.5													
50	49.5	50.5													
55	54.25	55.75													
60	59.25	60.75													
65	64.25	65.75													
70	69.25	70.75													
75	74.25	75.75													
80	79.25	80.75													
85	84.25	85.75													
90	89.25	90.75								8.25					
95	94.25	95.75													
100	99.25	100.75										16.5			
120	119.25	120.75									10.3				

① 仅适用于第5章给出的由碳钢制造的槽销。

② 阶梯实线间为商品长度规格范围。

③ 扩展直径 d_2 仅适用于第5章给出的由碳钢制造的槽销。对其他材料，如不锈钢，则应从给出的数值中减去一定的数量，并应经供需双方协议。

④ 对 d_2 应使用光滑通、止环规进行检验。

（续）

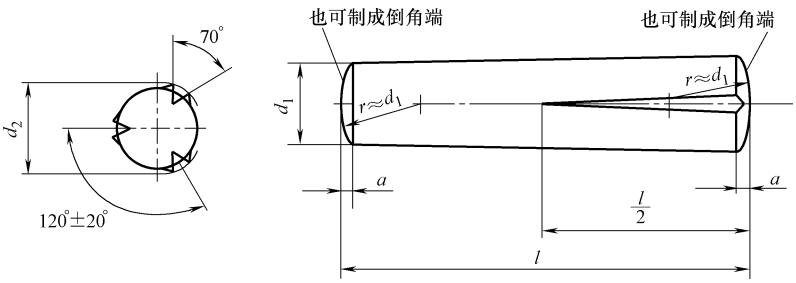
技术条件和引用标准		
材　料①	碳　钢	奥氏体不锈钢
	硬度：125 ~ 245HV30	A1（GB/T 3098. 6—2000） 硬度：210 ~ 280HV30
槽	槽的形状由制造者任选	
表面处理	不经处理 氧化 镀锌纯化按 GB/T 5267. 1—2002 磷化按 GB/T 11376—1997 其他表面镀层由供需双方协议 所有公差仅适用于涂、镀前的公差	简单处理
表面缺陷	不允许有不规则或有害的缺陷	
剪切强度试验	GB/T 13683—1992	
验收及包装	GB/T 90. 1—2002、GB/T 90. 2—2002	

① 其他材料由供需双方协议。

注：槽销孔的直径应等于槽销的公称直径 d，其公差为 H11 级。

11. 槽销　半长锥槽（见表 2-37）

表 2-37　槽销　半长锥槽（GB/T 13829. 6—2004）　　（单位：mm）



标记示例：

公称直径 $d=6$mm、公称长度 $l=50$mm、材料为碳钢、硬度为 125 ~ 245HV30、不经表面处理的半长锥槽的槽销的标记为：

销 GB/T 13829. 6　6×50

公称直径 $d=6$mm、公称长度 $l=50$mm、材料为 A1 组奥氏体不锈钢、硬度为 210 ~ 280HV30 表面简单处理的半长锥槽的槽销的标记为：

销 GB/T 13829. 6　6×50-A1

（续）

尺寸规格															
d_1	公称	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	
	公差	h9				h11									
a	≈	0.2	0.25	0.3	0.4	0.5	0.63	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	
最小剪切载荷/kN 双面剪①		1.6	2.84	4.4	6.4	11.3	17.6	25.4	45.2	70.4	101.8	181	283	444	
l②		扩展直径 $d_2$③④													
公称	min	max	+0.05 0	±0.05							±0.1				
8	7.75	8.25	1.63	2.15	2.7	3.25	4.3	5.3	6.3	8.35	10.4	12.4	16.55	20.6	25.6
10	9.75	10.25				3.3									
12	11.5	12.5	1.6				4.35	5.35	6.35	8.4	10.45	12.45	16.6		
14	13.5	14.5			2.65	3.25									
16	15.5	16.5													
18	17.5	18.5													
20	19.5	20.5													
22	21.5	22.5					4.3	5.3	6.3	8.35	10.4	12.4	16.55		
24	23.5	24.5				3.2									
26	25.5	26.5													
28	27.5	28.5													
30	29.5	30.5													
32	31.5	32.5					4.25	5.25	6.25	8.3	10.35	12.3			
35	34.5	35.5													
40	39.5	40.5													
45	44.5	45.5													
50	49.5	50.5													
55	54.25	55.75													
60	59.25	60.75													
65	64.25	65.75													
70	69.25	70.75													
75	74.25	75.75													
80	79.25	80.75													
85	84.25	85.75													
90	89.25	90.75								8.25					
95	94.25	95.75													
100	99.25	100.75											16.5		
120	119.25	120.75									10.3				

① 仅适用于第5章给出的由碳钢制造的槽销。

② 阶梯实线间为商品长度规格范围。

③ 扩展直径 d_2 仅适用于第5章给出的由碳钢制造的槽销。对其他材料，如不锈钢，则应从给出的数值中减去一定的数量，并应经供需双方协议。

④ 对 d_2 应使用光滑通、止环规进行检验。

（续）

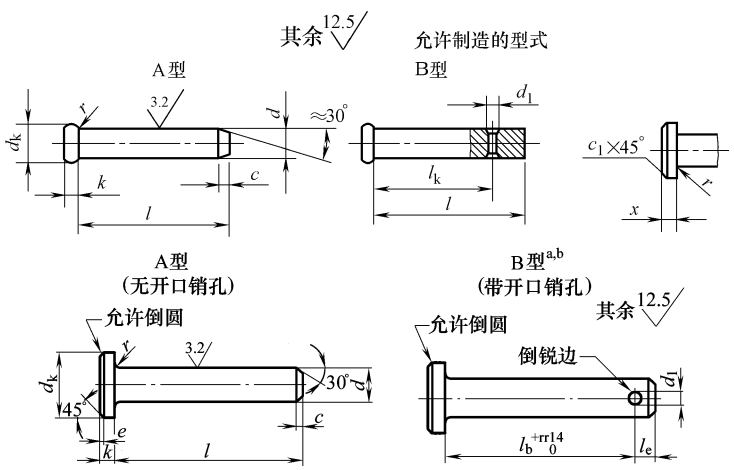
技术条件和引用标准		
材　料①	碳　钢	奥氏体不锈钢
	硬度：125 ~ 245HV30	Al（GB/T 3098. 6—2000） 硬度：210 ~ 280HV30
槽	槽的形状由制造者任选	
表面处理	不经处理 氧化 镀锌纯化（按 GB/T 5267. 1—2002） 磷化（按 GB/T 11376—1997） 其他表面镀层由供需双方协议 所有公差仅适用于涂、镀前的公差	简单处理
表面缺陷	不允许有不规则或有害的缺陷	
剪切强度试验	GB/T 13683—1992	
验收及包装	GB/T 90. 1—2002、GB/T 90. 2—2002	

① 其他材料由供需双方协议。

注：槽销孔的直径应等于槽销的公称直径 d，其公差为 H11 级。

12. 销轴（见表 2-38）

表 2-38　销轴（GB/T 882—2008）　　（单位：mm）



注：1. 用于铁路和开口销承受交变横向力的场合，推荐采用表中规定的下一档较大的开口销及相应的孔径

2. a—其余尺寸、角度和表面粗糙度值见 A 型

b—某些情况下，不能按 l—l_e 计算 l_h 尺寸，所需要的尺寸应在标记（见第 5 章）中注明，但不允许 l_h 尺寸小于表中规定的数值

（续）

d	h11①	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18
d_k	h14	5	6	8	10	14	18	20	22	25	28
d_1	H13②	0.8	1	1.2	1.6	2	3.2	3.2	4	4	5
c	max	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
e	≈	0.5	0.5	1	1	1	1	1.6	1.6	1.6	1.6
k	js14	1	1	1.6	2	3	4	4	4	4.5	5
l_b	min	1.6	2.2	2.9	3.2	3.5	4.5	5.5	6	6	7
r		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1

l③		
公称	min	max
6	5.75	6.25
8	7.75	8.25
10	9.75	10.25
12	11.5	12.5
14	13.5	14.5
16	15.5	16.5
18	17.5	18.5
20	19.5	20.5
22	21.5	22.5
24	23.5	24.5
26	25.5	26.5
28	27.5	28.5
30	29.5	30.5
32	31.5	32.5
35	34.5	35.5
40	39.5	40.5
45	44.5	45.5
50	49.5	50.5
55	54.25	55.75
60	59.25	60.75
65	64.25	65.75
70	69.25	70.75
75	74.25	75.75

商品长度范

（续）

l③		
公称	min	max
80	79.25	80.75
85	84.25	85.75
90	89.25	90.75
95	94.25	95.75
100	99.25	100.75
120	119.25	120.75
140	139.25	140.75
160	159.25	160.75
180	179.25	180.75
200	199.25	200.75

d	h11	20	22	24	27	30	33	36	40
d_k	h14	30	33	36	40	44	47	50	55
d_1	H13	5	5	6.3	6.3	8	8	8	8
c	max	4	4	4	4	4	4	4	4
e	≈	2	2	2	2	2	2	2	2
k	js14	5	5.5	6	6	8	8	8	8
l_e	min	8	8	9	9	10	10	10	10
r		1	1	1	1	1	1	1	1

l		
公称	min	max
40	39.5	40.5
45	44.5	45.5
50	49.5	50.5
55	54.25	55.75
60	59.25	60.75
65	64.25	65.75
70	69.25	70.75
75	74.25	75.75
80	79.25	80.75
85	84.25	85.75
90	89.25	90.75

围商品长度

（续）

l									
公称	min	max							
95	94.25	95.75							
100	99.25	100.75						范	
120	119.25	120.75							
140	139.25	140.75							
160	159.25	160.75							围
180	179.25	180.75							
200	199.25	200.75							
d		h11	45	50	55	60	70	80	90	100
d_k		h14	60	66	72	78	90	100	110	120
d_1		H13	10	10	10	10	13	13	13	13
c		max	4	4	6	6	6	6	6	6
e		≈	2	2	3	3	3	3	3	3
k		js14	9	9	11	12	13	13	13	13
l_e		min	12	12	14	14	16	16	16	16
r			1	1	1	1	1	1	1	1
l									
公称	min	max							
90	89.25	90.75							
95	94.25	95.75	商						
100	99.25	100.75							
120	119.25	120.75		品					
140	139.25	140.75			长				
160	159.25	160.75				度			
180	179.25	180.75					范		
200	199.25	200.75						围	

① 其他公差，如 a11、c11、f8 应由供需双方协议

② 孔径 d_1 等于开口销的公称规格（见 GB/T 91—2000）

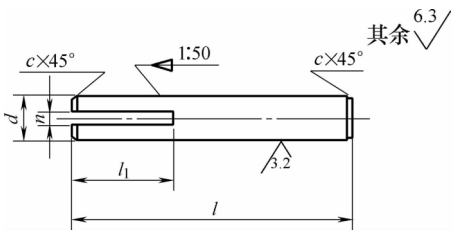
③ 公称长度大于 200mm，按 20mm 递增

（续）

技术条件和引用标准	
材　料	钢：易切钢或冷镦钢；硬度：125 ~ 245HV； 其他材料由供需双方协议
表面质量	零件质量应均匀一致，而不允许有不规则的或有害的缺陷； 销的任何部位不得有毛刺
表面处理	氧化； 磷化（按 GB/T 11376—1997）； 镀锌铬酸盐转化膜（按 GB/T 5267.1—2002）； 其他表面镀层或表面处理应由供需双方协议； 所有公差仅适用于涂、镀前的公差
验收及包装	GB/T 90.1—2002、GB/T 90.2—2002

13. 开尾锥销（见表 2-39）

表 2-39　开尾锥销（GB/T 877—2000）　　（单位：mm）



标记示例

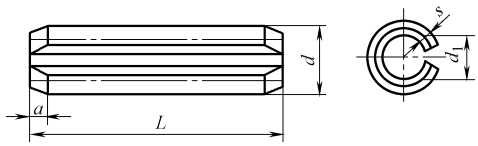
公称直径 d = 10mm、l = 60mm、材料为 35 钢、不经热处理及表面处理的开尾锥销标记为：

GB/T 877　10 × 60

d（公称）h10	3	4	5	6	8	10	12	16
n（公称）	0.8		1		1.6		2	
l_1	10		12	15	20	25	30	40
c	0.5		1			1.5		
l（商品规格范围）	30 ~ 55	35 ~ 60	40 ~ 80	50 ~ 100	60 ~ 120	70 ~ 160	80 ~ 120	100 ~ 200
l 系列（公称尺寸）	30,32,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,120,140,160,180,200							

14. 直槽轻型弹性圆柱销（见表 2-40）

表 2-40 直槽轻型弹性圆柱销（GB/T 879.2—2000） （单位：mm）



标记示例

公称直径 $d=12$mm、公称长度 $l=50$mm、材料为钢、热处理硬度 500～560HV30、表面氧化处理、直槽轻型弹性圆柱销的标记为：

销 GB/T 879.2 12×50

	公称	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	6	8	10	12	13	14	16	18	20	21	25
d 装配前	max	2.4	2.9	3.5	4.0	4.6	5.1	5.6	6.7	8.8	10.8	12.8	13.8	14.8	16.8	18.9	20.9	21.9	25.9
	min	2.3	2.8	3.3	3.8	4.4	4.9	5.4	6.4	8.5	10.5	12.5	13.5	14.5	16.5	18.5	20.5	21.5	25.5
d_1 装配前		1.9	2.3	2.7	3.1	3.4	3.9	4.4	4.9	7	8.5	10.5	11	11.5	13.5	15	16.5	17.5	21.5
a	max	0.4	0.45	0.45	0.5	0.7	0.7	0.7	0.9	1.8	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	3.4
	min	0.2	0.25	0.25	0.3	0.5	0.5	0.5	0.7	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0
s		0.2	0.25	0.3	0.35	0.5	0.5	0.5	0.75	0.75	1	1	1.2	1.5	1.5	1.7	2	2	2
最小剪切载荷/kN（双面剪）		1.5	2.4	3.5	4.6	8	8.8	10.4	18	24	40	48	66	84	98	126	158	168	202
公称长度		4～30	4～30	4～40	4～40	4～50	6～50	6～85	10～120	10～140	10～180	10～200	10～200	10～200	10～200	10～200	10～200	10～200	10～200
公称尺寸 l 系列		4,5,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26,28,30,32,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100；公称尺寸＞100mm 时，按 20mm 递增																	

注：1. 材料：钢由制造者任选，可用优质碳素钢（淬火并回火硬度 420～520HV30 或奥氏体回火硬度 500～560HV30）或硅锰钢（淬火并回火硬度 420～560HV30）；奥氏体不锈钢（A）；马氏体不锈钢（C，淬火并回火硬度 440～560HV30）。

2. 最小剪切载荷数字仅适用于钢和马氏体不锈钢产品，对奥氏体不锈钢弹性销，不规定双面剪切载荷值。

3. 销孔的公称直径等于弹性销的公称直径（$d_{公称}$），公差带为 H12。

4. 当弹性销装入允许的最小销孔时，槽口也不得完全闭合。

2.2.4 极限偏差与配合设计数据

1. 轴的极限偏差摘录（见表 2-41）

表 2-41　轴的极限偏差(GB/T 1800.2—2009)　　(单位:μm)

公称尺寸/mm		轴 a、b 和 c 的极限偏差															
		a					b						c				
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12
—	3	-270	-270	-270	-270	-270	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-60	-60	-60	-60	-60
		-295	-310	-330	-370	-410	-154	-165	-180	-200	-240	-280	-74	-85	-100	-120	-160
3	6	-270	-270	-270	-270	-270	-140	-140	-140	-140	-140	-140	-70	-70	-70	-70	-70
		-300	-318	-345	-390	-450	-158	-170	-188	-215	-260	-320	-88	-100	-118	-145	-190
6	10	-280	-280	-280	-280	-280	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-80	-80	-80	-80	-80
		-316	-338	-370	-430	-500	-172	-186	-208	-240	-300	-370	-102	-116	-138	-170	-230
10	18	-290	-290	-290	-290	-290	-150	-150	-150	-150	-150	-150	-95	-95	-95	95	-95
		-333	-360	-400	-470	-560	-177	-193	-220	-260	-330	-420	-122	-138	-165	-205	-275
18	30	-300	-300	-300	-300	-300	-160	-160	-160	-160	-160	-160	-110	-110	-110	-110	-110
		-352	-384	-430	-510	-630	-193	-212	-244	-290	-370	-490	-143	-162	-194	-240	-320
30	40	-310	-310	-310	-310	-310	-170	-170	-170	-170	-170	-170	-120	-120	-120	-120	-120
		-372	-410	-470	-560	-700	-209	-232	-270	-330	-420	-560	-159	-182	-220	-280	-370
40	50	-320	-320	-320	-320	-320	-180	-180	-180	-180	-180	-180	-130	-130	-130	-130	-130
		-382	-420	-480	-570	-710	-219	-242	-280	-340	-430	-570	-169	-192	-230	-290	-380
50	65	-340	-340	-340	-340	-340	-190	-190	-190	-190	-190	-190	-140	-140	-140	-140	-140
		-414	-460	-530	-640	-800	-236	-264	-310	-380	-490	-650	-186	-214	-260	-330	-440
65	80	-360	-360	-360	-360	-360	-200	-200	-200	-200	-200	-200	-150	-150	-150	-150	-150
		-434	-480	-550	-660	-820	-246	-274	-320	-390	-500	-660	-196	-224	-270	-340	-450
80	100	-380	-380	-380	-380	-380	-220	-220	-220	-220	-220	-220	-170	-170	-170	-170	-170
		-467	-520	-600	-730	-920	-274	-307	-360	-440	-570	-760	-224	-257	-310	-390	-520
100	120	-410	-410	-410	-410	-410	-240	-240	-240	-240	-240	-240	-180	-180	-180	-180	-180
		-497	-550	-630	-760	-950	-294	-327	-380	-460	-590	-780	-234	-267	-320	-400	-530
120	140	-460	-460	-460	-460	-460	-260	-260	-260	-260	-260	-260	-200	-200	-200	-200	-200
		-560	-620	-710	-860	-1090	-323	-360	-420	-510	-660	-890	-263	-300	-360	-450	-600

（续）

公称尺寸/mm		a					b						c				
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12
140	160	-520 -620	-520 -680	-520 -770	-520 -920	-520 -1150	-280 -343	-280 -380	-280 -440	-280 -530	-280 -680	-280 -910	-210 -273	-210 -310	-210 -370	-210 -460	-210 -610
160	180	-580 -680	-580 -740	-580 -830	-580 -980	-580 -1210	-310 -373	-310 -410	-310 -470	-310 -560	-310 -710	-310 -940	-230 -293	-230 -330	-230 -390	-230 -480	-230 -630
180	200	-660 -775	-660 -845	-660 -950	-660 -1120	-660 -1380	-340 -412	-340 -455	-340 -525	-340 -630	-340 -800	-340 -1060	-240 -312	-240 -355	-240 -425	-240 -530	-240 -700
200	225	-740 -855	-740 -925	-740 -1030	-740 -1200	-740 -1460	-380 -452	-380 -495	-380 -565	-380 -670	-380 -840	-380 -1100	-260 -332	-260 -375	-260 -445	-260 -550	-260 -720
225	250	-820 -935	-820 -1005	-820 -1110	-820 -1280	-820 -1540	-420 -492	-420 -535	-420 -605	-420 -710	-420 -880	-420 -1140	-280 -352	-280 -395	-280 -465	-280 -570	-280 -740
250	280	-920 -1050	-920 -1130	-920 -1240	-920 -1440	-920 -1730	-480 -561	-480 -610	-480 -690	-480 -800	-480 -1000	-480 -1290	-300 -381	-300 -430	-300 -510	-300 -620	-300 -820
280	315	-1050 -1180	-1050 -1260	-1050 -1370	-1050 -1570	-1050 -1860	-540 -621	-540 -670	-540 -750	-540 -860	-540 -1060	-540 -1350	-330 -411	-330 -460	-330 -540	-330 -650	-330 -850
315	355	-1200 -1340	-1200 -1430	-1200 -1560	-1200 -1770	-1200 -2090	-600 -689	-600 -740	-600 -830	-600 -960	-600 -1170	-600 -1490	-360 -449	-360 -500	-360 -590	-360 -720	-360 -930
355	400	-1350 -1490	-1350 -1580	-1350 -1710	-1350 -1920	-1350 -2240	-680 -769	-680 -820	-680 -910	-680 -1040	-680 -1250	-680 -1570	-400 -489	-400 -540	-400 -630	-400 -760	-400 -970
400	450	-1500 -1655	-1500 -1750	-1500 -1900	-1500 -2130	-1500 -2470	-760 -857	-760 -915	-760 -1010	-760 -1160	-760 -1390	-760 -1730	-440 -537	-440 -595	-440 -690	-440 -840	-440 -1070
450	500	-1650 -1805	-1650 -1900	-1650 -2050	-1650 -2280	-1650 -2620	-840 -937	-840 -995	-840 -1090	-840 -1240	-840 -1470	-840 -1810	-480 -577	-480 -635	-480 -730	-480 -880	-480 -1110

注：基本尺寸小于1mm时，各级的a和b均不采用

（续）

轴 cd 和 d 的极限偏差																
公称尺寸/mm		cd						d								
大于	至	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	11	12	13
—	3	-34 -38	-34 -40	-34 -44	-34 -48	-34 -59	-34 -74	-20 -24	-20 -26	-20 -30	-20 -34	-20 -45	-20 -60	-20 -80	-20 -120	-20 -160
3	6	-46 -51	-46 -54	-46 -58	-46 -64	-46 -76	-46 -94	-30 -35	-30 -38	-30 -42	-30 -48	-30 -60	-30 -78	-30 -105	-30 -150	-30 -210
6	10	-56 -62	-56 -65	-56 -71	-56 -78	-56 -92	-56 -114	-40 -46	-40 -49	-40 -55	-40 -62	-40 -76	-40 -98	-40 -130	-40 -190	-40 -260
10	18							-50 -58	-50 -61	-50 -68	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160	-50 -230	-50 -320
18	30							-65 -74	-65 -78	-65 -86	-65 -98	-65 -117	-65 -149	-65 -195	-65 -275	-65 -395
30	50							-80 -91	-80 -96	-80 -105	-80 -119	-80 -142	-80 -180	-80 -240	-80 -330	-80 -470
50	80							-100 -113	-100 -119	-100 -130	-100 -146	-100 -174	-100 -220	-100 -290	-100 -400	-100 -560
80	120							-120 -135	-120 -142	-120 -155	-120 -174	-120 -207	-120 -260	-120 -340	-120 -470	-120 -660
120	180							-145 -163	-145 -170	-145 -185	-145 -208	-145 -245	-145 -305	-145 -395	-145 -545	-145 -775
180	250							-170 -190	-170 -199	-170 -216	-170 -242	-170 -285	-170 -355	-170 -460	-170 -630	-170 -890
250	315							-190 -213	-190 -222	-190 -242	-190 -271	-190 -320	-190 -400	-190 -510	-190 -710	-190 -1000

（续）

公称尺寸/mm		cd						d								
大于	至	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	11	12	13
315	400							-210 -235	-210 -246	-210 -267	-210 -299	-210 -350	-210 -440	-210 -570	-210 -780	-210 -1100
400	500							-230 -257	-230 -270	-230 -293	-230 -327	-230 -385	-230 -480	-230 -630	-230 -860	-230 -1200
500	630									-260 -330	-260 -370	-260 -435	-260 -540	-260 -700		
630	800									-290 -370	-290 -415	-290 -490	-290 -610	-290 -790		
800	1000									-320 -410	-320 -460	-320 -550	-320 -680	-320 -880		
1000	1250									-350 -455	-350 -515	-350 -610	-350 -770	-350 -1010		
1250	1600									-390 -515	-390 -585	-390 -700	-390 -890	-390 -1170		
1600	2000									-430 -580	-430 -660	-430 -800	-430 -1030	-430 -1350		
2000	2500									-480 -655	-480 -760	-480 -920	-480 -1180	-480 -1580		
2500	3150									-520 -730	-520 -850	-520 -1060	-520 -1380	-520 -1870		

注：各级的 cd 主要用于精密机械和钟表制造业

（续）

轴 e 和 ef 的极限偏差															
公称尺寸/mm		e						ef							
大于	至	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-14 -18	-14 -20	-14 -24	-14 -28	-14 -39	-14 -54	-10 -12	-10 -13	-10 -14	-10 -16	-10 -20	-10 -24	-10 -35	-10 -50
3	6	-20 -25	-20 -28	-20 -32	-20 -38	-20 -50	-20 -68	-14 -16.5	-14 -18	-14 -19	-14 -22	-14 -26	-14 -32	-14 -44	-14 -62
6	10	-25 -31	-25 -34	-25 -40	-25 -47	-25 -61	-25 -83	-18 -20.5	-18 -22	-18 -24	-18 -27	-18 -33	-18 -40	-18 -54	-18 -76
10	18	-32 -40	-32 -43	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-32 -102								
18	30	-40 -49	-40 -53	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-40 -124								
30	50	-50 -61	-50 -66	-50 -75	-50 -89	-50 -112	-50 -150								
50	80	-60 -73	-60 -79	-60 -90	-60 -106	-60 -134	-60 -180								
80	120	-72 -87	-72 -94	-72 -107	-72 -126	-72 -212	-72 -159								
120	180	-85 -103	-85 -110	-85 -125	-85 -148	-85 -185	-85 -245								
180	250	-100 -120	-100 -129	-100 -146	-100 -172	-100 -215	-100 -285								

（续）

公称尺寸/mm		e						ef							
大于	至	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
250	315	-110 -133	-110 -142	-110 -162	-110 -191	-110 -240	-110 -320								
315	400	-125 -150	-125 -161	-125 -182	-125 -214	-125 -265	-125 -355								
400	500	-135 -162	-135 -175	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-135 -385								
500	630		-145 -189	-145 -215	-145 -255	-145 -320	-145 -425								
630	800		-160 -210	-160 -240	-160 -285	-160 -360	-160 -480								
800	1000		-170 -226	-170 -260	-170 -310	-170 -400	-170 -530								
1000	1250		-195 -261	-195 -300	-195 -360	-195 -455	-195 -615								
1250	1600		-220 -298	-220 -345	-220 -415	-220 -530	-220 -720								
1600	2000		-240 -332	-240 -390	-240 -470	-240 -610	-240 -840								
2000	2500		-260 -370	-260 -435	-260 -540	-260 -700	-260 -960								
2500	3150		-290 -425	-290 -500	-290 -620	-290 -830	-290 -1150								

注：各级的 ef 主要用于精密机械和钟表制造业

（续）

轴f和fg的极限偏差																	
公称尺寸/μm		f								fg							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-6 -8	-6 -9	-6 -10	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-6 -31	-6 -46	-4 -6	-4 -7	-4 -8	-4 -10	-4 -14	-4 -18	-4 -29	-4 -44
3	6	-10 -12.5	-10 -14	-10 -15	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-10 -40	-10 -58	-6 -8.5	-6 -10	-6 -11	-6 -14	-6 -18	-6 -24	-6 -36	-6 -54
6	10	-13 -15.5	-13 -17	-13 -19	-13 -22	-13 -28	-13 -35	-13 -49	-13 -71	-8 -10.5	-8 -12	-8 -14	-8 -17	-8 -23	-8 -30	-8 -44	-8 -66
10	18	-16 -19	-16 -21	-16 -24	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-16 -59	-16 -86								
18	30	-20 -24	-20 -26	-20 -29	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-20 -72	-20 -104								
30	50	-25 -29	-25 -32	-25 -36	-25 -41	-25 -50	-25 -64	-25 -87	-25 -125								
50	80		-30 -38	-30 -43	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-30 -104									
80	120		-36 -46	-36 -51	-36 -58	-36 -71	-36 -90	-36 -123									
120	180		-43 -55	-43 -61	-43 -68	-43 -83	-43 -106	-43 -143									
180	250		-50 -64	-50 -70	-50 -79	-50 -96	-50 -122	-50 -165									

（续）

公称尺寸/μm		f								fg							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
250	315		−56 −72	−56 −79	−56 −88	−56 −108	−56 −137	−56 −185									
315	400		−62 −80	−62 −87	−62 −98	−62 −119	−62 −151	−62 −202									
400	500		−68 −88	−68 −95	−68 −108	−68 −131	−68 −165	−68 −223									
500	630				−76 −120	−76 −146	−76 −186	−76 −251									
630	800				−80 −130	−80 −160	−80 −205	−80 −280									
800	1000				−86 −142	−86 −176	−86 −226	−86 −316									
1000	1250				−98 −164	−98 −203	−98 −263	−98 −358									
1250	1600				−110 −188	−110 −235	−110 −305	−110 −420									
1600	2000				−120 −212	−120 −270	−120 −350	−120 −490									
2000	2500				−130 −240	−130 −305	−130 −410	−130 −570									
2500	3150				−145 −280	−145 −355	−145 −475	−145 −685									

注：各级的 fg 主要用于精密机械和钟表制造业

（续）

轴 g 的极限偏差									
公称尺寸/mm		g							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-2 -4	-2 -5	-2 -6	-2 -8	-2 -12	-2 -16	-2 -27	-2 -42
3	6	-4 -6.5	-4 -8	-4 -9	-4 -12	-4 -16	-4 -22	-4 -34	-4 -52
6	10	-5 -7.5	-5 -9	-5 -11	-5 -14	-5 -20	-5 -27	-5 -41	-5 -63
10	18	-6 -9	-6 -11	-6 -14	-6 -17	-6 -24	-6 -33	-6 -49	-6 -76
18	30	-7 -11	-7 -13	-7 -16	-7 -20	-7 -28	-7 -40	-7 -59	-7 -91
30	50	-9 -13	-9 -16	-9 -20	-9 -25	-9 -34	-9 -48	-9 -71	-9 -109
50	80		-10 -18	-10 -23	-10 -29	-10 -40	-10 -56		
80	120		-12 -22	-12 -27	-12 -34	-12 -47	-12 -66		
120	180		-14 -26	-14 -32	-14 -39	-14 -54	-14 -77		
180	250		-15 -29	-15 -35	-15 -44	-15 -61	-15 -87		
250	315		-17 -33	-17 -40	-17 -49	-17 -69	-17 -98		
315	400		-18 -36	-18 -43	-18 -54	-18 -75	-18 -107		
400	500		-20 -40	-20 -47	-20 -60	-20 -83	-20 -117		
500	630				-22 -66	-22 -92	-22 -132		
630	800				-24 -74	-24 -104	-24 -149		
800	1000				-26 -82	-26 -116	-26 -166		
1000	1250				-28 -94	-28 -133	-28 -193		
1250	1600				-30 -108	-30 -155	-30 -225		
1600	2000				-32 -124	-32 -182	-32 -262		
2000	2500				-34 -144	-34 -209	-34 -314		
2500	3150				-38 -173	-38 -248	-38 -368		

（续）

轴 h 的极限偏差																		
公称尺寸/mm		h																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于	至	偏　差																	
		μm											mm						
—	3	0 −0.8	0 −1.2	0 −2	0 −3	0 −4	0 −6	0 −10	0 −14	0 −25	0 −40	0 −60	0 −0.1	0 −0.14	0 −0.25	0 −0.4	0 −0.6		
3	6	0 −1	0 −1.5	0 −2.5	0 −4	0 −5	0 −8	0 −12	0 −18	0 −30	0 −48	0 −75	0 −0.12	0 −0.18	0 −0.3	0 −0.48	0 −0.75	0 −1.2	0 −1.8
6	10	0 −1	0 −1.5	0 −2.5	0 −4	0 −6	0 −9	0 −15	0 −22	0 −36	0 −58	0 −90	0 −0.15	0 −0.22	0 −0.36	0 −0.58	0 −0.9	0 −1.5	0 −2.2
10	18	0 −1.2	0 −2	0 −3	0 −5	0 −8	0 −11	0 −18	0 −27	0 −43	0 −70	0 −110	0 −0.18	0 −0.27	0 −0.43	0 −0.7	0 −1.1	0 −1.8	0 −2.7
18	30	0 −1.5	0 −2.5	0 −4	0 −6	0 −9	0 −13	0 −21	0 −33	0 −52	0 −84	0 −130	0 −0.21	0 −0.33	0 −0.52	0 −0.84	0 −1.3	0 −2.1	0 −3.3
30	50	0 −1.5	0 −2.5	0 −4	0 −7	0 −11	0 −16	0 −25	0 −39	0 −62	0 −100	0 −160	0 −0.25	0 −0.39	0 −0.62	0 −1	0 −1.6	0 −2.5	0 −3.9
50	80	0 −2	0 −3	0 −5	0 −8	0 −13	0 −19	0 −30	0 −46	0 −74	0 −120	0 −190	0 −0.3	0 −0.46	0 −0.74	0 −1.2	0 −1.9	0 −3	0 −4.6
80	120	0 −2.5	0 −4	0 −6	0 −10	0 −15	0 −22	0 −35	0 −54	0 −87	0 −140	0 −220	0 −0.35	0 −0.54	0 −0.87	0 −1.4	0 −2.2	0 −3.5	0 −5.4
120	180	0 −3.5	0 −5	0 −8	0 −12	0 −18	0 −25	0 −40	0 −63	0 −100	0 −160	0 −250	0 −0.4	0 −0.63	0 −1	0 −1.6	0 −2.5	0 −4	0 −6.3
180	250	0 −4.5	0 −7	0 −10	0 −14	0 −20	0 −29	0 −46	0 −72	0 −115	0 −185	0 −290	0 −0.46	0 −0.72	0 −1.15	0 −1.85	0 −2.9	0 −4.6	0 −7.2

（续）

公称尺寸/mm		h																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于	至	偏　差																	
		μm											mm						
250	315	0 -6	0 -8	0 -12	0 -16	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130	0 -210	0 -320	0 -0.52	0 -0.81	0 -1.3	0 -2.1	0 -3.2	0 -5.2	0 -8.1
315	400	0 -7	0 -9	0 -13	0 -18	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	0 -230	0 -360	0 -0.57	0 -0.89	0 -1.4	0 -2.3	0 -3.6	0 -5.7	0 -8.9
400	500	0 -8	0 -10	0 -15	0 -20	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	0 -250	0 -400	0 -0.63	0 -0.97	0 -1.55	0 -2.5	0 -4	0 -6.3	0 -9.7
500	630	0 -9	0 -11	0 -16	0 -22	0 -32	0 -44	0 -70	0 -110	0 -175	0 -280	0 -440	0 -0.7	0 -1.1	0 -1.75	0 -2.8	0 -4.4	0 -7	0 -11
630	800	0 -10	0 -13	0 -18	0 -25	0 -36	0 -50	0 -80	0 -125	0 -200	0 -320	0 -500	0 -0.8	0 -1.25	0 -2	0 -3.2	0 -5	0 -8	0 -12.5
800	1000	0 -11	0 -15	0 -21	0 -28	0 -40	0 -56	0 -90	0 -140	0 -230	0 -360	0 -560	0 -0.9	0 -1.4	0 -2.3	0 -3.6	0 -5.6	0 -9	0 -14
1000	1250	0 -13	0 -18	0 -24	0 -33	0 -47	0 -66	0 -105	0 -165	0 -260	0 -420	0 -660	0 -1.05	0 -1.65	0 -2.6	0 -4.2	0 -6.6	0 -10.5	0 -16.5
1250	1600	0 -15	0 -21	0 -29	0 -39	0 -55	0 -78	0 -125	0 -195	0 -310	0 -500	0 -780	0 -1.25	0 -1.95	0 -3.1	0 -5	0 -7.8	0 -12.5	0 -19.5
1600	2000	0 -18	0 -25	0 -35	0 -46	0 -65	0 -92	0 -150	0 -230	0 -370	0 -600	0 -920	0 -1.5	0 -2.3	0 -3.7	0 -6	0 -9.2	0 -15	0 -23
2000	2500	0 -22	0 -30	0 -41	0 -55	0 -78	0 -110	0 -175	0 -280	0 -440	0 -700	0 -1100	0 -1.75	0 -2.8	0 -4.4	0 -7	0 -11	0 -17.5	0 -28
2500	3150	0 -26	0 -36	0 -50	0 -68	0 -96	0 -135	0 -210	0 -330	0 -540	0 -860	0 -1350	0 -2.1	0 -3.3	0 -5.4	0 -8.6	0 -13.5	0 -21	0 -33

注：1. IT14 ~ IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸

2. 黑框中的数值，即基本尺寸大于 500 ~ 3150mm，IT1 ~ IT5 的偏差值为试用的

（续）

轴 js 的极限偏差																		
公称尺寸/mm		js																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于	至	偏　差																	
		μm											mm						
—	3	±0.4	±0.6	±1	±1.5	±2	±3	±5	±7	±12	±20	±30	±0.05	±0.07	±0.125	±0.2	±0.3		
3	6	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±2.5	±4	±6	±9	±15	±24	±37	±0.06	±0.09	±0.15	±0.24	±0.375	±0.6	±0.9
6	10	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±3	±4.5	±7	±11	±18	±29	±45	±0.075	±0.11	±0.18	±0.29	±0.45	±0.75	±1.1
10	18	±0.6	±1	±1.5	±2.5	±4	±5.5	±9	±13	±21	±35	±55	±0.09	±0.135	±0.215	±0.35	±0.55	±0.9	±1.35
18	30	±0.75	±1.25	±2	±3	±4.5	±6.5	±10	±16	±26	±42	±65	±0.105	±0.165	±0.26	±0.42	±0.65	±1.05	±1.65
30	50	±0.75	±1.25	±2	±3.5	±5.5	±8	±12	±19	±31	±50	±80	±0.125	±0.195	±0.31	±0.5	±0.8	±1.25	±1.95
50	80	±1	±1.5	±2.5	±4	±6.5	±9.5	±15	±23	±37	±60	±95	±0.15	±0.23	±0.37	±0.6	±0.95	±1.5	±2.3
80	120	±1.25	±2	±3	±5	±7.5	±11	±17	±27	±43	±70	±110	±0.175	±0.27	±0.435	±0.7	±1.1	±1.75	±2.7
120	180	±1.75	±2.5	±4	±6	±9	±12.5	±20	±31	±50	±80	±125	±0.2	±0.315	±0.5	±0.8	±1.25	±2	±3.15
180	250	±2.25	±3.5	±5	±7	±10	±14.5	±23	±36	±57	±92	±145	±0.23	±0.36	±0.575	±0.925	±1.45	±2.3	±3.6
250	315	±3	±4	±6	±8	±11.5	±16	±26	±40	±65	±105	±160	±0.26	±0.405	±0.65	±1.05	±1.6	±2.6	±4.05
315	400	±3.5	±4.5	±6.5	±9	±12.5	±18	±28	±44	±70	±115	±180	±0.285	±0.445	±0.7	±1.15	±1.8	±2.85	±4.45
400	500	±4	±5	±7.5	±10	±13.5	±20	±31	±48	±77	±125	±200	±0.315	±0.485	±0.775	±1.25	±2	±3.15	±4.85
500	630	±4.5	±5.5	±8	±11	±16	±22	±35	±55	±87	±140	±220	±0.35	±0.55	±0.875	±1.4	±2.2	±3.5	±5.5
630	800	±5	±6.5	±9	±12.5	±18	±25	±40	±62	±100	±160	±250	±0.4	±0.625	±1	±1.6	±2.5	±4	±6.25
800	1000	±5.5	±7.5	±10.5	±14	±20	±28	±45	±70	±115	±180	±280	±0.45	±0.7	±1.15	±1.8	±2.8	±4.5	±7
1000	1250	±6.5	±9	±12	±16.5	±23.5	±33	±52	±82	±130	±210	±330	±0.525	±0.825	±1.3	±2.1	±3.3	±5.25	±8.25
1250	1600	±7.5	±10.5	±14.5	±19.5	±27.5	±39	±62	±97	±155	±250	±390	±0.625	±0.975	±1.55	±2.5	±3.9	±6.25	±9.75
1600	2000	±9	±12.5	±17.5	±23	±32.5	±46	±75	±115	±185	±300	±460	±0.75	±1.15	±1.85	±3	±4.6	±7.5	±11.5
2000	2500	±11	±15	±20.5	±27.5	±39	±55	±87	±140	±220	±350	±550	±0.875	±1.4	±2.2	±3.5	±5.5	±8.75	±14
2500	3150	±13	±18	±25	±34	±48	±67.5	±105	±165	±270	±430	±675	±1.05	±1.65	±2.7	±4.3	±6.75	±10.5	±16.5

注：1. 为避免相同值的重复，表列值以“$\pm X$”给出，可为 es = $+X$、ei = $-X$，例如 $^{+0.23}_{-0.23}$mm

2. IT14 ~ IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸

3. 黑框中的数值，即基本尺寸大于 500 ~ 3150mm，IT1 ~ IT5 的偏差值为试用的

（续）

轴j和k的极限偏差																
公称尺寸/mm		j				k										
大于	至	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
—	3	±2	+4 −2	+6 −4	+8 −6	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+100 0	+140 0
3	6	+3 −2	+6 −2	+8 −4		+2.5 0	+5 +1	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+120 0	+180 0
6	10	+4 −2	+7 −2	+10 −5		+2.5 0	+5 +1	+7 +1	+10 +1	+16 +1	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+150 0	+220 0
10	18	+5 −3	+8 −3	+12 −6		+3 0	+6 +1	+9 +1	+12 +1	+19 +1	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+180 0	+270 0
18	30	+5 −4	+9 −4	+13 −8		+4 0	+8 +2	+11 +2	+15 +2	+23 +2	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+210 0	+330 0
30	50	+6 −5	+11 −5	+15 −10		+4 0	+9 +2	+13 +2	+18 +2	+27 +2	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+250 0	+390 0
50	80	+6 −7	+12 −7	+18 −12			+10 +2	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+300 0	+460 0
80	120	+6 −9	+13 −9	+20 −15			+13 +3	+18 +3	+25 +3	+38 +3	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+350 0	+540 0
120	180	+7 −11	+14 −11	+22 −18			+15 +3	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+400 0	+630 0
180	250	+7 −13	+16 −13	+25 −21			+18 +4	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+460 0	+720 0

（续）

公称尺寸/mm		j				k										
大于	至	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
250	315	+7 -16	±16	±26			+20 +4	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+520 0	+810 0
315	400	+7 -18	±18	+29 -28			+22 +4	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+570 0	+890 0
400	500	+7 -20	±20	+31 -32			+25 +5	+32 +5	+45 +5	+68 +5	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+630 0	+970 0
500	630								+44 0	+70 0	+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+700 0	+1100 0
630	800								+50 0	+80 0	+125 0	+200 0	+320 0	+500 0	+800 0	+1250 0
800	1000								+56 0	+90 0	+140 0	+230 0	+360 0	+560 0	+900 0	+1400 0
1000	1250								+66 0	+105 0	+165 0	+260 0	+420 0	+660 0	+1050 0	+1650 0
1250	1600								+78 0	+125 0	+195 0	+310 0	+500 0	+780 0	+1250 0	+1950 0
1600	2000								+92 0	+150 0	+230 0	+370 0	+600 0	+920 0	+1500 0	+2300 0
2000	2500								+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+700 0	+1100 0	+1750 0	+2800 0
2500	3150								+135 0	+210 0	+330 0	+540 0	+860 0	+1350 0	+2100 0	+3300 0

注：j5、j6 和 j7 的某些极限值与 js5、js6 和 js7 一样用“ ±*X*”表示

（续）

轴 m 和 n 的极限偏差

公称尺寸/mm		m							n						
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5	6	7	8	9
	3	+4 +2	+5 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+27 +2	+6 +4	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+18 +4	+29 +4
3	6	+6.5 +4	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+34 +4	+10.5 +8	+12 +8	+13 +8	+16 +8	+20 +8	+26 +8	+38 +8
6	10	+8.5 +6	+10 +6	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+28 +6	+42 +6	+12.5 +10	+14 +10	+16 +10	+19 +10	+25 +10	+32 +10	+46 +10
10	18	+10 +7	+12 +7	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+34 +7	+50 +7	+15 +12	+17 +12	+20 +12	+23 +12	+30 +12	+39 +12	+55 +12
18	30	+12 +8	+14 +8	+17 +8	+21 +8	+29 +8	+41 +8	+60 +8	+19 +15	+21 +15	+24 +15	+28 +15	+36 +15	+48 +15	+67 +15
30	50	+13 +9	+16 +9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+48 +9	+71 +9	+21 +17	+24 +17	+28 +17	+33 +17	+42 +17	+56 +17	+79 +17
50	80		+19 +11	+24 +11	+30 +11	+41 +11				+28 +20	+33 +20	+39 +20	+50 +20		
80	120		+23 +13	+28 +13	+35 +13	+48 +13				+33 +23	+38 +23	+45 +23	+58 +23		
120	180		+27 +15	+33 +15	+40 +15	+55 +15				+39 +27	+45 +27	+52 +27	+67 +27		
180	250		+31 +17	+37 +17	+46 +17	+63 +17				+45 +31	+51 +31	+60 +31	+77 +31		
250	315		+36 +20	+43 +20	+52 +20	+72 +20				+50 +34	+57 +34	+66 +34	+86 +34		
315	400		+39 +21	+46 +21	+57 +21	+78 +21				+55 +37	+62 +37	+73 +37	+94 +37		
400	500		+43 +23	+50 +23	+63 +23	+86 +23				+60 +40	+67 +40	+80 +40	+103 +40		
500	630				+70 +26	+96 +26						+88 +44	+114 +44		
630	800				+80 +30	+110 +30						+100 +50	+130 +50		
800	1000				+90 +34	+124 +34						+112 +56	+146 +56		
1000	1250				+106 +40	+145 +40						+132 +66	+171 +66		
1250	1600				+126 +48	+173 +48						+156 +78	+203 +78		
1600	2000				+150 +58	+208 +58						+184 +92	+242 +92		
2000	2500				+178 +68	+243 +68						+220 +110	+285 +110		
2500	3150				+211 +76	+286 +76						+270 +135	+345 +135		

（续）

轴 p 的极限偏差									
公称尺寸/mm		p							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+8 +6	+9 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+46 +6
3	6	+14.5 +12	+16 +12	+17 +12	+20 +12	+24 +12	+30 +12	+42 +12	+60 +12
6	10	+17.5 +15	+19 +15	+21 +15	+24 +15	+30 +15	+37 +15	+51 +15	+73 +15
10	18	+21 +18	+23 +18	+26 +18	+29 +18	+36 +18	+45 +18	+61 +18	+88 +18
18	30	+26 +22	+28 +22	+31 +22	+35 +22	+43 +22	+55 +22	+74 +22	+106 +22
30	50	+30 +26	+33 +26	+37 +26	+42 +26	+51 +26	+65 +26	+88 +26	+126 +26
50	80		+40 +32	+45 +32	+51 +32	+62 +32	+78 +32		
80	120		+47 +37	+52 +37	+59 +37	+72 +37	+91 +37		
120	180		+55 +43	+61 +43	+68 +43	+83 +43	+106 +43		
180	250		+64 +50	+70 +50	+79 +50	+96 +50	+122 +50		
250	315		+72 +56	+79 +56	+88 +56	+108 +56	+137 +56		
315	400		+80 +62	+87 +62	+98 +62	+119 +62	+151 +62		
400	500		+88 +68	+95 +68	+108 +68	+131 +68	+165 +68		
500	630				+122 +78	+148 +78	+188 +78		
630	800				+138 +88	+168 +88	+213 +88		
800	1000				+156 +100	+190 +100	+240 +100		
1000	1250				+186 +120	+225 +120	+285 +120		
1250	1600				+218 +140	+265 +140	+335 +140		
1600	2000				+262 +170	+320 +170	+400 +170		
2000	2500				+305 +195	+370 +195	+475 +195		
2500	3150				+375 +240	+450 +240	+570 +240		

（续）

轴 r 的极限偏差									
公称尺寸/mm		r							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+12 +10	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+24 +10	+35 +10	+50 +10
3	6	+17.5 +15	+19 +15	+20 +15	+23 +15	+27 +15	+33 +15	+45 +15	+63 +15
6	10	+21.5 +19	+23 +19	+25 +19	+28 +19	+34 +19	+41 +19	+55 +19	+77 +19
10	18	+26 +23	+28 +23	+31 +23	+34 +23	+41 +23	+50 +23	+66 +23	+93 +23
18	30	+32 +28	+34 +28	+37 +28	+41 +28	+49 +28	+61 +28	+80 +28	+112 +28
30	50	+38 +34	+41 +34	+45 +34	+50 +34	+59 +34	+73 +34	+96 +34	+134 +34
50	65		+49 +41	+54 +41	+60 +41	+71 +41	+87 +41		
65	80		+51 +43	+56 +43	+62 +43	+72 +43	+89 +43		
80	100		+61 +51	+66 +51	+73 +51	+86 +51	+105 +51		
100	120		+64 +54	+69 +54	+76 +54	+89 +54	+108 +54		
120	140		+75 +63	+81 +63	+88 +63	+103 +63	+126 +63		
140	160		+77 +65	+83 +65	+90 +65	+105 +65	+128 +65		
160	180		+80 +68	+86 +68	+93 +68	+108 +68	+131 +68		
180	200		+91 +77	+97 +77	+106 +77	+123 +77	+149 +77		
200	225		+94 +80	+100 +80	+109 +80	+126 +80	+152 +80		
225	250		+98 +84	+104 +84	+113 +84	+130 +84	+156 +84		
250	280		+110 +94	+117 +94	+126 +94	+146 +94	+175 +94		
280	315		+114 +98	+121 +98	+130 +98	+150 +98	+179 +98		

（续）

公称尺寸/mm		r							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
315	355		+126 +108	+133 +108	+144 +108	+165 +108	+197 +108		
355	400		+132 +114	+139 +114	+150 +114	+171 +114	+203 +114		
400	450		+146 +126	+153 +126	+166 +126	+189 +126	+223 +126		
450	500		+152 +132	+159 +132	+172 +132	+195 +132	+229 +132		
500	560				+194 +150	+220 +150	+260 +150		
560	630				+199 +155	+225 +155	+265 +155		
630	710				+225 +175	+255 +175	+300 +175		
710	800				+235 +185	+265 +185	+310 +185		
800	900				+266 +210	+300 +210	+350 +210		
900	1000				+276 +220	+310 +220	+360 +220		
1000	1120				+316 +250	+355 +250	+415 +250		
1120	1250				+326 +260	+365 +260	+425 +250		
1250	1400				+378 +300	+425 +300	+495 +300		
1400	1600				+408 +330	+455 +330	+525 +330		
1600	1800				+462 +370	+520 +370	+600 +370		
1800	2000				+492 +400	+550 +400	+630 +400		
2000	2240				+550 +440	+615 +440	+720 +440		
2240	2500				+570 +460	+635 +460	+740 +460		
2500	2800				+685 +550	+760 +550	+880 +550		
2800	3150				+715 +580	+790 +580	+910 +580		

（续）

轴 s 的极限偏差									
公称尺寸/mm		s							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+16 +14	+17 +14	+18 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +24	+39 +14	+54 +14
3	6	+21.5 +19	+23 +19	+24 +19	+27 +19	+31 +19	+37 +19	+49 +19	+67 +19
6	10	+25.5 +23	+27 +23	+29 +23	+32 +23	+38 +23	+45 +23	+59 +23	+81 +23
10	18	+31 +28	+33 +28	+36 +28	+39 +28	+46 +28	+55 +28	+71 +28	+98 +28
18	30	+39 +25	+41 +35	+44 +35	+48 +35	+56 +35	+68 +35	+87 +35	+119 +35
30	50	+47 +43	+50 +43	+54 +43	+59 +43	+68 +43	+82 +43	+105 +43	+143 +43
50	65		+61 +53	+66 +53	+72 +53	+83 +53	+99 +53	+127 +53	
65	80		+67 +59	+72 +59	+78 +59	+89 +59	+105 +59	+133 +59	
80	100		+81 +71	+86 +71	+93 +71	+106 +71	+125 +71	+158 +71	
100	120		+89 +79	+94 +79	+101 +79	+114 +79	+133 +79	+166 +79	
120	140		+104 +92	+110 +92	+117 +92	+132 +92	+155 +92	+192 +92	
140	160		+112 +100	+118 +100	+125 +100	+140 +100	+163 +100	+200 +100	
160	180		+120 +108	+126 +108	+133 +108	+148 +108	+171 +108	+208 +108	
180	200		+136 +122	+142 +122	+151 +122	+168 +122	+194 +122	+237 +122	
200	225		+144 +130	+150 +130	+159 +130	+176 +130	+202 +130	+245 +130	
225	250		+154 +140	+160 +140	+169 +140	+186 +140	+212 +140	+255 +140	
250	280		+174 +158	+181 +158	+190 +158	+210 +158	+239 +158	+288 +158	
280	315		+186 +170	+193 +170	+202 +170	+222 +170	+251 +170	+300 +170	
315	355		+208 +190	+215 +190	+226 +190	+247 +190	+279 +190	+330 +190	

（续）

公称尺寸/mm		s							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
355	400		+226 +208	+233 +208	+244 +208	+265 +208	+297 +208	+348 +208	
400	450		+252 +232	+259 +232	+272 +232	+295 +232	+329 +232	+387 +232	
450	500		+272 +252	+279 +252	+292 +252	+315 +252	+349 +252	+407 +252	
500	560				+324 +280	+350 +280	+390 +280		
560	630				+354 +310	+380 +310	+420 +310		
630	710				+390 +340	+420 +340	+465 +340		
710	800				+430 +380	+460 +380	+505 +380		
800	900				+486 +430	+520 +430	+570 +430		
900	1000				+526 +470	+560 +470	+610 +470		
1000	1120				+586 +520	+625 +520	+685 +520		
1120	1250				+646 +580	+685 +580	+745 +580		
1250	1400				+718 +640	+765 +640	+835 +640		
1400	1600				+798 +720	+845 +720	+915 +720		
1600	1800				+912 +820	+970 +820	+1050 +820		
1800	2000				+1012 +920	+1070 +920	+1150 +920		
2000	2240				+1110 +1000	+1175 +1000	+1280 +1000		
2240	2500				+1210 +1100	+1275 +1100	+1380 +1100		
2500	2800				+1385 +1250	+1460 +1250	+1580 +1250		
2800	3150				+1535 +1400	+1610 +1400	+1730 +1400		

（续）

轴 t 和 u 的极限偏差										
公称尺寸/mm		t				u				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9
—	3					+22 +18	+24 +18	+28 +18	+32 +18	+43 +18
3	6					+28 +23	+31 +23	+35 +23	+41 +23	+53 +23
6	10					+34 +28	+37 +28	+43 +28	+50 +28	+64 +28
10	18					+41 +33	+44 +33	+51 +33	+60 +33	+76 +33
18	24					+50 +41	+54 +41	+62 +41	+74 +41	+93 +41
24	30	+50 +41	+54 +41	+62 +41	+74 +41	+57 +48	+61 +48	+69 +48	+81 +48	+100 +48
30	40	+59 +48	+64 +48	+73 +48	+87 +48	+71 +60	+76 +60	+85 +60	+99 +60	+122 +60
40	50	+65 +54	+70 +54	+79 +54	+93 +54	+81 +70	+86 +70	+95 +70	+109 +70	+132 +70
50	65	+79 +66	+85 +66	+96 +66	+112 +66	+100 +87	+106 +87	+117 +87	+133 +87	+161 +87
65	80	+88 +75	+94 +75	+105 +75	+121 +75	+115 +102	+121 +102	+132 +102	+148 +102	+176 +102
80	100	+106 +91	+113 +91	+126 +91	+145 +91	+139 +124	+146 +124	+159 +124	+178 +124	+211 +124
100	120	+119 +104	+126 +104	+139 +104	+158 +104	+159 +144	+166 +144	+179 +144	+198 +144	+231 +144
120	140	+140 +122	+147 +122	+162 +122	+185 +122	+188 +170	+195 +170	+210 +170	+233 +170	+270 +170
140	160	+152 +134	+159 +134	+174 +134	+197 +134	+208 +190	+215 +190	+230 +190	+253 +190	+290 +190
160	180	+164 +146	+171 +146	+186 +146	+209 +146	+228 +210	+235 +210	+250 +210	+273 +210	+310 +210
180	200	+186 +166	+195 +166	+212 +166	+238 +166	+256 +236	+265 +236	+282 +236	+308 +236	+351 +236
200	225	+200 +180	+209 +180	+226 +180	+252 +180	+278 +258	+287 +258	+304 +258	+330 +258	+373 +258
225	250	+216 +196	+225 +196	+242 +196	+268 +196	+304 +284	+313 +284	+330 +284	+356 +284	+399 +284
250	280	+241 +218	+250 +218	+270 +218	+299 +218	+338 +315	+347 +315	+367 +315	+396 +315	+445 +315
280	315	+263 +240	+272 +240	+292 +240	+321 +240	+373 +350	+382 +350	+402 +350	+431 +350	+480 +350

（续）

公称尺寸/mm		t				u				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9
315	355	+293 +268	+304 +268	+325 +268	+357 +268	+415 +390	+426 +390	+447 +390	+479 +390	+530 +390
355	400	+319 +294	+330 +294	+351 +294	+383 +294	+460 +435	+471 +435	+492 +435	+524 +435	+575 +435
400	450	+357 +330	+370 +330	+393 +330	+427 +330	+517 +490	+530 +490	+553 +490	+587 +490	+645 +490
450	500	+387 +360	+400 +360	+423 +360	+457 +360	+567 +540	+580 +540	+603 +540	+637 +540	+695 +540
500	560		+444 +400	+470 +400			+644 +600	+670 +600	+710 +600	
560	630		+494 +450	+520 +450			+704 +660	+730 +660	+770 +660	
630	710		+550 +500	+580 +500			+790 +740	+820 +740	+865 +740	
710	800		+610 +560	+640 +560			+890 +840	+920 +840	+965 +840	
800	900		+676 +620	+710 +620			+996 +940	+1030 +940	+1080 +940	
900	1000		+736 +680	+770 +680			+1106 +1050	+1140 +1050	+1190 +1050	
1000	1120		+846 +780	+885 +780			+1216 +1150	+1255 +1150	+1315 +1150	
1120	1250		+906 +840	+945 +840			+1366 +1300	+1405 +1300	+1465 +1300	
1250	1400		+1038 +960	+1085 +960			+1528 +1450	+1575 +1450	+1645 +1450	
1400	1600		+1128 +1050	+1175 +1050			+1678 +1600	+1725 +1600	+1795 +1600	
1600	1800		+1292 +1200	+1350 +1200			+1942 +1850	+2000 +1850	+2080 +1850	
1800	2000		+1442 +1350	+1500 +1350			+2092 +2000	+2150 +2000	+2230 +2000	
2000	2240		+1610 +1500	+1675 +1500			+2410 +2300	+2475 +2300	+2580 +2300	
2240	2500		+1760 +1650	+1825 +1650			+2610 +2500	+2675 +2500	+2780 +2500	
2500	2800		+2035 +1900	+2110 +1900			+3035 +2900	+3110 +2900	+3230 +2900	
2800	3150		+2235 +2100	+2310 +2100			+3335 +3200	+3410 +3200	+3530 +3200	

注：基本尺寸至24mm的t5～t8的偏差值未列入表内，建议以u5～u8代替。如非要t5～t8，则可按GB/T 1800.1—2009计算

（续）

轴 v、x 和 y 的极限偏差																
公称尺寸/mm		v				x						y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
—	3					+24 +20	+26 +20	+30 +20	+34 +20	+45 +20	+60 +20					
3	6					+33 +28	+36 +28	+40 +28	+46 +28	+58 +28	+76 +28					
6	10					+40 +34	+43 +34	+49 +34	+56 +34	+70 +34	+92 +34					
10	14					+48 +40	+51 +40	+58 +40	+67 +40	+83 +40	+110 +40					
14	18	+47 +39	+50 +39	+57 +39	+66 +39	+53 +45	+56 +45	+63 +45	+72 +45	+88 +45	+115 +45					
18	24	+56 +47	+60 +47	+68 +47	+80 +47	+63 +54	+67 +54	+75 +54	+87 +54	+106 +54	+138 +54	+76 +63	+84 +63	+96 +63	+115 +63	+147 +63
24	30	+64 +55	+68 +55	+76 +55	+88 +55	+73 +64	+77 +64	+85 +64	+97 +64	+116 +64	+148 +64	+88 +75	+96 +75	+108 +75	+127 +75	+159 +75
30	40	+79 +68	+84 +68	+93 +68	+107 +68	+91 +80	+96 +80	+105 +80	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+110 +94	+119 +94	+133 +94	+156 +94	+194 +94
40	50	+92 +81	+97 +81	+106 +81	+120 +81	+108 +97	+113 +97	+122 +97	+136 +97	+159 +97	+197 +97	+130 +114	+139 +114	+153 +114	+176 +114	+214 +114
50	65	+115 +102	+121 +102	+132 +102	+148 +102	+135 +122	+141 +122	+152 +122	+168 +122	+196 +122	+242 +122	+163 +144	+174 +144	+190 +144		
65	80	+133 +120	+139 +120	+150 +120	+166 +120	+159 +146	+165 +146	+176 +146	+192 +146	+220 +146	+266 +146	+193 +174	+204 +174	+220 +174		
80	100	+161 +146	+168 +146	+181 +146	+200 +146	+193 +178	+200 +178	+213 +178	+232 +178	+265 +178	+318 +178	+236 +214	+249 +214	+268 +214		

（续）

公称尺寸/mm		v				x						y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
100	120	+187 +172	+194 +172	+207 +172	+226 +172	+225 +210	+232 +210	+245 +210	+264 +210	+297 +210	+350 +210	+276 +254	+289 +254	+308 +254		
120	140	+220 +202	+227 +202	+242 +202	+265 +202	+266 +248	+273 +248	+288 +248	+311 +248	+348 +248	+408 +248	+325 +300	+340 +300	+363 +300		
140	160	+246 +228	+253 +228	+268 +228	+291 +228	+298 +280	+305 +280	+320 +280	+343 +280	+380 +280	+440 +280	+365 +340	+380 +340	+403 +340		
160	180	+270 +252	+277 +252	+292 +252	+315 +252	+328 +310	+335 +310	+350 +310	+373 +310	+410 +310	+470 +310	+405 +380	+420 +380	+443 +380		
180	200	+304 +284	+313 +284	+330 +284	+356 +284	+370 +350	+379 +350	+396 +350	+422 +350	+465 +350	+535 +350	+454 +425	+471 +425	+497 +425		
200	225	+330 +310	+339 +310	+356 +310	+382 +310	+405 +385	+414 +385	+431 +385	+457 +385	+500 +385	+570 +385	+499 +470	+516 +470	+542 +470		
225	250	+360 +340	+369 +340	+386 +340	+412 +340	+445 +425	+454 +425	+471 +425	+497 +425	+540 +425	+610 +425	+549 +520	+566 +520	+592 +520		
250	280	+408 +385	+417 +385	+437 +385	+466 +385	+498 +475	+507 +475	+527 +475	+556 +475	+605 +475	+685 +475	+612 +580	+632 +580	+661 +580		
280	315	+448 +425	+457 +425	+477 +425	+506 +425	+548 +525	+557 +525	+577 +525	+606 +525	+655 +525	+735 +525	+682 +650	+702 +650	+731 +650		
315	355	+500 +475	+511 +475	+532 +475	+564 +475	+615 +590	+626 +590	+647 +590	+679 +590	+730 +590	+820 +590	+766 +730	+787 +730	+819 +730		
355	400	+555 +530	+566 +530	+587 +530	+619 +530	+685 +660	+696 +660	+717 +660	+749 +660	+800 +660	+890 +660	+856 +820	+877 +820	+909 +820		
400	450	+622 +595	+635 +595	+658 +595	+692 +595	+767 +740	+780 +740	+803 +740	+837 +740	+895 +740	+990 +740	+960 +920	+983 +920	+1017 +920		
450	500	+687 +660	+700 +660	+723 +660	+757 +660	+847 +820	+860 +820	+883 +820	+917 +820	+975 +820	+1070 +820	+1040 +1000	+1063 +1000	+1097 +1000		

注：1. 基本尺寸至14mm的v5～v8的偏差值未列入表内，建议以x5～x8代替。如非要v5～v8，则可按GB/T 1800.1—2009计算。

2. 基本尺寸至18mm的y6～y10的偏差值未列入表内，建议以z6～z10代替。如非要y6～y10，则可按GB/T 1800.1—2009计算。

（续）

轴 z 和 za 的极限偏差													
公称尺寸/mm		z						za					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
—	3	+32 +26	+36 +26	+40 +26	+51 +26	+66 +26	+86 +26	+38 +32	+42 +32	+46 +32	+57 +32	+72 +32	+92 +32
3	6	+43 +35	+47 +35	+53 +35	+65 +35	+83 +35	+110 +35	+50 +42	+54 +42	+60 +42	+72 +42	+90 +42	+117 +42
6	10	+51 +42	+57 +42	+64 +42	+78 +42	+100 +42	+132 +42	+61 +52	+67 +52	+74 +52	+88 +52	+110 +52	+142 +52
10	14	+61 +50	+68 +50	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+75 +64	+82 +64	+91 +64	+107 +64	+134 +64	+174 +64
14	18	+71 +60	+78 +60	+87 +60	+103 +60	+130 +60	+170 +60	+88 +77	+95 +77	+104 +77	+120 +77	+147 +77	+187 +77
18	24	+86 +73	+94 +73	+106 +73	+125 +73	+157 +73	+203 +73	+111 +98	+119 +98	+131 +98	+150 +98	+182 +98	+228 +98
24	30	+101 +88	+109 +88	+121 +88	+140 +88	+172 +88	+218 +88	+131 +118	+139 +118	+151 +118	+170 +118	+202 +118	+248 +118
30	40	+128 +112	+137 +112	+151 +112	+174 +112	+212 +112	+272 +112	+164 +148	+173 +148	+187 +148	+210 +148	+248 +148	+308 +148
40	50	+152 +136	+161 +136	+175 +136	+198 +136	+236 +136	+296 +136	+196 +180	+205 +180	+219 +180	+242 +180	+280 +180	+340 +180
50	65	+191 +172	+202 +172	+218 +172	+246 +172	+292 +172	+362 +172	+245 +226	+256 +226	+272 +226	+300 +226	+346 +226	+416 +226
65	80	+229 +210	+240 +210	+256 +210	+284 +210	+330 +210	+400 +210	+293 +274	+304 +274	+320 +274	+348 +274	+394 +274	+464 +274
80	100	+280 +258	+293 +258	+312 +258	+345 +258	+398 +258	+478 +258	+357 +335	+370 +335	+389 +335	+422 +335	+475 +335	+555 +335

（续）

公称尺寸/mm		z						za					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
100	120	+332 +310	+345 +310	+364 +310	+397 +310	+450 +310	+530 +310	+422 +400	+435 +400	+454 +400	+487 +400	+540 +400	+620 +400
120	140	+390 +365	+405 +365	+428 +365	+465 +365	+525 +365	+615 +365	+495 +470	+510 +470	+533 +470	+570 +470	+630 +470	+720 +470
140	160	+440 +415	+455 +415	+478 +415	+515 +415	+575 +415	+665 +415	+560 +535	+575 +535	+598 +535	+635 +535	+695 +535	+785 +535
160	180	+490 +465	+505 +465	+528 +465	+565 +465	+625 +465	+715 +465	+625 +600	+640 +600	+663 +600	+700 +600	+760 +600	+850 +600
180	200	+549 +520	+566 +520	+592 +520	+635 +520	+705 +520	+810 +520	+699 +670	+716 +670	+742 +670	+785 +670	+855 +670	+960 +670
200	225	+604 +575	+621 +575	+647 +575	+690 +575	+760 +575	+865 +575	+769 +740	+786 +740	+812 +740	+855 +740	+925 +740	+1030 +740
225	250	+669 +640	+686 +640	+712 +640	+755 +640	+825 +640	+930 +640	+849 +820	+866 +820	+892 +820	+935 +820	+1005 +820	+1110 +820
250	280	+742 +710	+762 +710	+791 +710	+840 +710	+920 +710	+1030 +710	+952 +920	+972 +920	+1001 +920	+1050 +920	+1130 +920	+1240 +920
280	315	+822 +790	+842 +790	+871 +790	+920 +790	+1000 +790	+1110 +790	+1032 +1000	+1052 +1000	+1081 +1000	+1130 +1000	+1210 +1000	+1320 +1000
315	355	+936 +900	+957 +900	+989 +900	+1040 +900	+1130 +900	+1260 +900	+1186 +1150	+1207 +1150	+1239 +1150	+1290 +1150	+1380 +1150	+1510 +1150
355	400	+1036 +1000	+1057 +1000	+1089 +1000	+1140 +1000	+1230 +1000	+1360 +1000	+1336 +1300	+1357 +1300	+1389 +1300	+1440 +1300	+1530 +1300	+1660 +1300
400	450	+1140 +1100	+1163 +1100	+1197 +1100	+1255 +1100	+1350 +1100	+1500 +1100	+1490 +1450	+1513 +1450	+1547 +1450	+1605 +1450	+1700 +1450	+1850 +1450
450	500	+1290 +1250	+1313 +1250	+1347 +1250	+1405 +1250	+1500 +1250	+1650 +1250	+1640 +1600	+1663 +1600	+1697 +1600	+1755 +1600	+1850 +1600	+2000 +1600

（续）

轴 zb 和 zc 的极限偏差

公称尺寸/mm		zb					zc				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
—	3	+50 +40	+54 +40	+65 +40	+80 +40	+100 +40	+70 +60	+74 +60	+85 +60	+100 +60	+120 +60
3	6	+62 +50	+68 +50	+80 +50	+98 +50	+125 +50	+92 +80	+98 +80	+110 +80	+128 +80	+155 +80
6	10	+82 +67	+89 +67	+103 +67	+125 +67	+157 +67	+112 +97	+119 +97	+133 +97	+155 +97	+187 +97
10	14	+108 +90	+117 +90	+133 +90	+160 +90	+200 +90	+148 +130	+157 +130	+173 +130	+200 +130	+240 +130
14	18	+126 +108	+135 +108	+151 +108	+178 +108	+218 +108	+168 +150	+177 +150	+193 +150	+220 +150	+260 +150
18	24	+157 +136	+169 +136	+188 +136	+220 +136	+266 +136	+209 +188	+221 +188	+240 +188	+272 +188	+318 +188
24	30	+181 +160	+193 +160	+212 +160	+244 +160	+290 +160	+239 +218	+251 +218	+270 +218	+302 +218	+348 +218
30	40	+225 +200	+239 +200	+262 +200	+300 +200	+360 +200	+299 +274	+313 +274	+336 +274	+374 +274	+434 +274
40	50	+267 +242	+281 +242	+304 +242	+342 +242	+402 +242	+350 +325	+364 +325	+387 +325	+425 +325	+485 +325
50	65	+330 +300	+346 +300	+374 +300	+420 +300	+490 +300	+435 +405	+451 +405	+479 +405	+525 +405	+595 +405
65	80	+390 +360	+406 +360	+434 +360	+480 +360	+550 +360	+510 +480	+526 +480	+554 +480	+600 +480	+670 +480
80	100	+480 +445	+499 +445	+532 +445	+585 +445	+665 +445	+620 +585	+639 +585	+672 +585	+725 +585	+805 +585

（续）

公称尺寸/mm		zb					zc				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
100	120	+560 +525	+579 +525	+612 +525	+665 +525	+745 +525	+725 +690	+744 +690	+777 +690	+830 +690	+910 +690
120	140	+660 +620	+683 +620	+720 +620	+780 +620	+870 +620	+840 +800	+863 +800	+900 +800	+960 +800	+1050 +800
140	160	+740 +700	+763 +700	+800 +700	+860 +700	+950 +700	+940 +900	+963 +900	+1000 +900	+1060 +900	+1150 +900
160	180	+820 +780	+843 +780	+880 +780	+940 +780	+1030 +780	+1040 +1000	+1063 +1000	+1100 +1000	+1160 +1000	+1250 +1000
180	200	+926 +880	+952 +880	+995 +880	+1065 +880	+1170 +880	+1196 +1150	+1222 +1150	+1265 +1150	+1335 +1150	+1440 +1150
200	225	+1006 +960	+1032 +960	+1075 +960	+1145 +960	+1250 +960	+1296 +1250	+1322 +1250	+1365 +1250	+1435 +1250	+1540 +1250
225	250	+1096 +1050	+1122 +1050	+1165 +1050	+1235 +1050	+1340 +1050	+1396 +1350	+1422 +1350	+1465 +1350	+1535 +1350	+1640 +1350
250	280	+1252 +1200	+1281 +1200	+1330 +1200	+1410 +1200	+1520 +1200	+1602 +1550	+1631 +1550	+1680 +1550	+1760 +1550	+1870 +1550
280	315	+1352 +1300	+1381 +1300	+1430 +1300	+1510 +1300	+1620 +1300	+1752 +1700	+1781 +1700	+1830 +1700	+1910 +1700	+2020 +1700
315	355	+1557 +1500	+1589 +1500	+1640 +1500	+1730 +1500	+1860 +1500	+1957 +1900	+1989 +1900	+2040 +1900	+2130 +1900	+2260 +1900
355	400	+1707 +1650	+1739 +1650	+1790 +1650	+1880 +1650	+2010 +1650	+2157 +2100	+2189 +2100	+2240 +2100	+2330 +2100	+2460 +2100
400	450	+1913 +1850	+1947 +1850	+2005 +1850	+2100 +1850	+2250 +1850	+2463 +2400	+2497 +2400	+2555 +2400	+2650 +2400	+2800 +2400
450	500	+2163 +2100	+2197 +2100	+2255 +2100	+2350 +2100	+2500 +2100	+2663 +2600	+2697 +2600	+2755 +2600	+2850 +2600	+3000 +2600

2. 孔的极限偏差(见表2-42)

表2-42 孔A、B和C的极限偏差 (单位:μm)

公称尺寸/mm		A					B						C					
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13
—	3	+295 +270	+310 +270	+330 +270	+370 +270	+410 +270	+154 +140	+165 +140	+180 +140	+200 +140	+240 +140	+280 +140	+74 +60	+85 +60	+100 +60	+120 +60	+160 +60	+200 +60
3	6	+300 +270	+318 +270	+345 +270	+390 +270	+450 +270	+158 +140	+170 +140	+188 +140	+215 +140	+260 +140	+320 +140	+88 +70	+100 +70	+118 +70	+145 +70	+190 +70	+250 +70
6	10	+316 +280	+338 +280	+370 +280	+430 +280	+500 +280	+172 +150	+186 +150	+208 +150	+240 +150	+300 +150	+370 +150	+102 +80	+116 +80	+138 +80	+170 +80	+230 +80	+300 +80
10	18	+333 +290	+360 +290	+400 +290	+470 +290	+560 +290	+177 +150	+193 +150	+220 +150	+260 +150	+330 +150	+420 +150	+122 +95	+138 +95	+165 +95	+205 +95	+275 +95	+365 +95
18	30	+352 +300	+384 +300	+430 +300	+510 +300	+630 +300	+193 +160	+212 +160	+244 +160	+290 +160	+370 +160	+490 +160	+143 +110	+162 +110	+194 +110	+240 +110	+320 +110	+440 +110
30	40	+372 +310	+410 +310	+470 +310	+560 +310	+700 +310	+209 +170	+232 +170	+270 +170	+330 +170	+420 +170	+560 +170	+159 +120	+182 +120	+220 +120	+280 +120	+370 +120	+510 +120
40	50	+382 +320	+420 +320	+480 +320	+570 +320	+710 +320	+219 +180	+242 +180	+280 +180	+340 +180	+430 +180	+570 +180	+169 +130	+192 +130	+230 +130	+290 +130	+380 +130	+520 +130
50	65	+414 +340	+460 +340	+530 +340	+640 +340	+800 +340	+236 +190	+264 +190	+310 +190	+380 +190	+490 +190	+650 +190	+186 +140	+214 +140	+260 +140	+330 +140	+440 +140	+600 +140
65	80	+434 +360	+480 +360	+550 +360	+660 +360	+820 +360	+246 +200	+274 +200	+320 +200	+390 +200	+500 +200	+660 +200	+196 +150	+224 +150	+270 +150	+340 +150	+450 +150	+610 +150
80	100	+467 +380	+520 +380	+600 +380	+730 +380	+920 +380	+274 +220	+307 +220	+360 +220	+440 +220	+570 +220	+760 +220	+224 +170	+257 +170	+310 +170	+390 +170	+520 +170	+710 +170
100	120	+497 +410	+550 +410	+630 +410	+760 +410	+950 +410	+294 +240	+327 +240	+380 +240	+460 +240	+590 +240	+780 +240	+234 +180	+267 +180	+320 +180	+400 +180	+530 +180	+720 +180

（续）

公称尺寸/mm		A					B						C					
大于	至	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13
120	140	+560 +460	+620 +460	+710 +460	+860 +460	+1090 +460	+323 +260	+360 +260	+420 +260	+510 +260	+660 +260	+890 +260	+263 +200	+300 +200	+360 +200	+450 +200	+600 +200	+830 +200
140	160	+620 +520	+680 +520	+770 +520	+920 +520	+1150 +520	+343 +280	+380 +280	+440 +280	+530 +280	+680 +280	+910 +280	+273 +210	+310 +210	+370 +210	+460 +210	+610 +210	+840 +210
160	180	+680 +580	+740 +580	+830 +580	+980 +580	+1210 +580	+373 +310	+410 +310	+470 +310	+560 +310	+710 +310	+940 +310	+293 +230	+330 +230	+390 +230	+480 +230	+630 +230	+860 +230
180	200	+775 +660	+845 +660	+950 +660	+1120 +660	+1380 +660	+412 +340	+455 +340	+525 +340	+630 +340	+800 +340	+1060 +340	+312 +240	+355 +240	+425 +240	+530 +240	+700 +240	+960 +240
200	225	+855 +740	+925 +740	+1030 +740	+1200 +740	+1460 +740	+452 +380	+495 +380	+565 +380	+670 +380	+840 +380	+1100 +380	+332 +260	+375 +260	+445 +260	+550 +260	+720 +260	+980 +260
225	250	+935 +820	+1005 +820	+1110 +820	+1280 +820	+1540 +820	+492 +420	+535 +420	+605 +420	+710 +420	+880 +420	+1140 +420	+352 +280	+395 +280	+465 +280	+570 +280	+740 +280	+1000 +280
250	280	+1050 +920	+1130 +920	+1240 +920	+1440 +920	+1730 +920	+561 +480	+610 +480	+690 +480	+800 +480	+1000 +480	+1290 +480	+381 +300	+430 +300	+510 +300	+620 +300	+820 +300	+1110 +300
280	315	+1180 +1050	+1260 +1050	+1370 +1050	+1570 +1050	+1860 +1050	+621 +540	+670 +540	+750 +540	+860 +540	+1060 +540	+1350 +540	+411 +330	+460 +330	+540 +330	+650 +330	+850 +330	+1140 +330
315	355	+1340 +1200	+1430 +1200	+1560 +1200	+1770 +1200	+2000 +1200	+689 +600	+740 +600	+830 +600	+960 +600	+1170 +600	+1490 +600	+449 +360	+500 +360	+590 +360	+720 +360	+930 +360	+1250 +360
355	400	+1490 +1350	+1580 +1350	+1710 +1350	+1920 +1350	+2240 +1350	+769 +680	+820 +680	+910 +680	+1040 +680	+1250 +680	+1570 +680	+489 +400	+540 +400	+630 +400	+760 +400	+970 +400	+1290 +400
400	450	+1655 +1500	+1750 +1500	+1900 +1500	+2130 +1500	+2470 +1500	+857 +760	+915 +760	+1010 +760	+1160 +760	+1390 +760	+1730 +760	+537 +440	+595 +440	+690 +440	+840 +440	+1070 +440	+1410 +440
450	500	+1805 +1650	+1900 +1650	+2050 +1650	+2280 +1650	+2620 +1650	+937 +840	+995 +840	+1090 +840	+1240 +840	+1470 +840	+1810 +840	+577 +480	+635 +480	+730 +480	+880 +480	+1110 +480	+1450 +480

注：基本尺寸小于1mm时，各级的A和B均不采用

（续）

孔 CD、D 和 E 的极限偏差

公称尺寸/mm		CD					D								E					
大于	至	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	8	9	10
—	3	+40 +34	+44 +34	+48 +34	+59 +34	+74 +34	+26 +20	+30 +20	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+80 +20	+120 +20	+160 +20	+18 +14	+20 +14	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+54 +14
3	6	+54 +46	+58 +46	+64 +46	+76 +46	+94 +46	+38 +30	+42 +30	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+105 +30	+150 +30	+210 +30	+25 +20	+28 +20	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+68 +20
6	10	+65 +56	+71 +56	+78 +56	+92 +56	+114 +56	+49 +40	+55 +40	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+130 +40	+190 +40	+260 +40	+31 +25	+34 +25	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+83 +25
10	18						+61 +50	+68 +50	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+160 +50	+230 +50	+320 +50	+40 +32	+43 +32	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+102 +32
18	30						+78 +65	+86 +65	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+195 +65	+275 +65	+395 +65	+49 +40	+53 +40	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+124 +40
30	50						+96 +80	+105 +80	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+240 +80	+330 +80	+470 +80	+61 +50	+66 +50	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+150 +50
50	80						+119 +100	+130 +100	+146 +100	+174 +100	+220 +100	+290 +100	+400 +100	+560 +100	+73 +60	+79 +60	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+180 +60
80	120						+142 +120	+155 +120	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+340 +120	+470 +120	+660 +120	+87 +72	+94 +72	+107 +72	+125 +72	+159 +72	+212 +72
120	180						+170 +145	+185 +145	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+395 +145	+545 +145	+775 +145	+103 +85	+110 +85	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+245 +85
180	250						+199 +170	+216 +170	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+460 +170	+630 +170	+890 +170	+120 +100	+129 +100	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+285 +100

（续）

基本尺寸/mm		CD					D								E					
大于	至	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	11	12	13	5	6	7	8	9	10
250	315						+222 +190	+242 +190	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+510 +190	+710 +190	+1000 +190	+133 +110	+142 +110	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+320 +110
315	400						+246 +210	+267 +210	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+570 +210	+780 +210	+1100 +210	+150 +125	+161 +125	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+355 +125
400	500						+270 +230	+293 +230	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+630 +230	+860 +230	+1200 +230	+162 +135	+175 +135	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+385 +135
500	630						+304 +260	+330 +260	+370 +260	+435 +260	+540 +260	+700 +260	+960 +260	+1360 +260		+189 +145	+215 +145	+255 +145	+320 +145	+425 +145
630	800						+340 +290	+370 +290	+415 +290	+490 +290	+610 +290	+790 +290	+1090 +290	+1540 +290		+210 +160	+240 +160	+285 +160	+360 +160	+480 +160
800	1000						+376 +320	+410 +320	+460 +320	+550 +320	+680 +320	+880 +320	+1220 +320	+1720 +320		+226 +170	+260 +170	+310 +170	+400 +170	+530 +170
1000	1250						+416 +350	+455 +350	+515 +350	+610 +350	+770 +350	+1010 +350	+1400 +350	+2000 +350		+261 +195	+300 +195	+360 +195	+455 +195	+615 +195
1250	1600						+468 +390	+515 +390	+585 +390	+700 +390	+890 +390	+1170 +390	+1640 +390	+2340 +390		+298 +220	+345 +220	+415 +220	+530 +220	+720 +220
1600	2000						+522 +430	+580 +430	+660 +430	+800 +430	+1030 +430	+1350 +430	+1930 +430	+2730 +430		+332 +240	+390 +240	+470 +240	+610 +240	+840 +240
2000	2500						+590 +480	+655 +480	+760 +480	+920 +480	+1180 +480	+1580 +480	+2230 +480	+3280 +480		+370 +260	+435 +260	+540 +260	+700 +260	+960 +260
2500	3150						+655 +520	+730 +520	+850 +520	+1060 +520	+1380 +520	+1870 +520	+2620 +520	+3820 +520		+425 +290	+500 +290	+620 +290	+830 +290	+1150 +290

注：各级的 CD 主要用于精密机械和钟表制造业

（续）

孔 EF 和 F 的极限偏差

公称尺寸/mm		EF								F							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+12 +10	+13 +10	+14 +10	+16 +10	+20 +10	+24 +10	+35 +10	+50 +10	+8 +6	+9 +6	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+31 +6	+46 +6
3	6	+16.5 +14	+18 +14	+19 +14	+22 +14	+26 +14	+32 +14	+44 +14	+62 +14	+12.5 +10	+14 +10	+15 +10	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+40 +10	+58 +10
6	10	+20.5 +18	+22 +18	+24 +18	+27 +18	+33 +18	+40 +18	+54 +18	+76 +18	+15.5 +13	+17 +13	+19 +13	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+49 +13	+71 +13
10	18									+19 +16	+21 +16	+24 +16	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+59 +16	+86 +16
18	30									+24 +20	+26 +20	+29 +20	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+72 +20	+104 +20
30	50									+29 +25	+32 +25	+36 +25	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+87 +25	+125 +25
50	80											+43 +30	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+104 +30	
80	120											+51 +36	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+123 +36	
120	180											+61 +43	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+143 +43	
180	250											+70 +50	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+165 +50	

（续）

公称尺寸/mm		EF								F							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
250	315											+79 +56	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+186 +56	
315	400											+87 +62	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+202 +62	
400	500											+95 +68	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+223 +68	
500	630												+120 +76	+146 +76	+186 +76	+251 +76	
630	800												+130 +80	+160 +80	+205 +80	+280 +80	
800	1000												+142 +86	+176 +86	+226 +86	+316 +86	
1000	1250												+164 +98	+203 +98	+263 +98	+358 +98	
1250	1600												+188 +110	+235 +110	+305 +110	+420 +110	
1600	2000												+212 +120	+270 +120	+350 +120	+490 +120	
2000	2500												+240 +130	+305 +130	+410 +130	+570 +130	
2500	3150												+280 +145	+355 +145	+475 +145	+685 +145	

注：各级的 EF 主要用于精密机械和钟表制造业

（续）

孔 FG 和 G 的极限偏差

公称尺寸/mm		FG								G							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+6 +4	+7 +4	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+18 +4	+29 +4	+44 +4	+4 +2	+5 +2	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+16 +2	+27 +2	+42 +2
3	6	+8.5 +6	+10 +6	+11 +6	+14 +6	+18 +6	+24 +6	+36 +6	+54 +6	+6.5 +4	+8 +4	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+22 +4	+34 +4	+52 +4
6	10	+10.5 +8	+12 +8	+14 +8	+17 +8	+23 +8	+30 +8	+44 +8	+66 +8	+7.5 +5	+9 +5	+11 +5	+14 +5	+20 +5	+27 +5	+41 +5	+63 +5
10	18									+9 +6	+11 +6	+14 +6	+17 +6	+24 +6	+33 +6	+49 +6	+76 +6
18	30									+11 +7	+13 +7	+16 +7	+20 +7	+28 +7	+40 +7	+59 +7	+91 +7
30	50									+13 +9	+16 +9	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+48 +9	+71 +9	+109 +9
50	80											+23 +10	+29 +10	+40 +10	+56 +10		
80	120											+27 +12	+34 +12	+47 +12	+66 +12		
120	180											+32 +14	+39 +14	+54 +14	+77 +14		
180	250											+35 +15	+44 +15	+61 +15	+87 +15		

（续）

公称尺寸/mm		FG								G							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
250	315											+40 +17	+49 +17	+69 +17	+98 +17		
315	400											+43 +18	+54 +18	+75 +18	+107 +18		
400	500											+47 +20	+60 +20	+83 +20	+117 +20		
500	630												+66 +22	+92 +22	+132 +22		
630	800												+74 +24	+104 +24	+149 +24		
800	1000												+82 +26	+116 +26	+166 +26		
1000	1250												+94 +28	+133 +28	+193 +28		
1250	1600												+108 +30	+155 +30	+225 +30		
1600	2000												+124 +32	+182 +32	+262 +32		
2000	2500												+144 +34	+209 +34	+314 +34		
2500	3150												+173 +38	+248 +38	+368 +38		

注：各级的 FG 主要用于精密机械和钟表制造业

（续）

孔 H 的极限偏差																		
公称尺寸/mm		H																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于	至	偏　差																	
		μm											mm						
—	3	+0.8 0	+1.2 0	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+0.1 0	+0.14 0	+0.25 0	+0.4 0	+0.6 0		
3	6	+1 0	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+0.12 0	+0.18 0	+0.3 0	+0.48 0	+0.75 0	+1.2 0	+1.8 0
6	10	+1 0	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+0.15 0	+0.22 0	+0.36 0	+0.58 0	+0.9 0	+1.5 0	+2.2 0
10	18	+1.2 0	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+0.18 0	+0.27 0	+0.43 0	+0.7 0	+1.1 0	+1.8 0	+2.7 0
18	30	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+0.21 0	+0.33 0	+0.52 0	+0.84 0	+1.3 0	+2.1 0	+3.3 0
30	50	+1.5 0	+2.5 0	+4 0	+7 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+0.25 0	+0.39 0	+0.62 0	+1 0	+1.6 0	+2.5 0	+3.9 0
50	80	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+13 0	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	+190 0	+0.3 0	+0.46 0	+0.74 0	+1.2 0	+1.9 0	+3 0	+4.6 0
80	120	+2.5 0	+4 0	+6 0	+10 0	+15 0	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	+220 0	+0.35 0	+0.54 0	+0.87 0	+1.4 0	+2.2 0	+3.5 0	+5.4 0
120	180	+3.5 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	+250 0	+0.4 0	+0.63 0	+1 0	+1.6 0	+2.5 0	+4 0	+6.3 0
180	250	+4.5 0	+7 0	+10 0	+14 0	+20 0	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	+290 0	+0.46 0	+0.72 0	+1.15 0	+1.85 0	+2.9 0	+4.6 0	+7.2 0

（续）

公称尺寸/mm		H																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于	至	偏差																	
		μm											mm						
250	315	+6 0	+8 0	+12 0	+16 0	+23 0	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	+320 0	+0.52 0	+0.81 0	+1.3 0	+2.1 0	+3.2 0	+5.2 0	+8.1 0
315	400	+7 0	+9 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	+360 0	+0.57 0	+0.89 0	+1.4 0	+2.3 0	+3.6 0	+5.7 0	+8.9 0
400	500	+8 0	+10 0	+15 0	+20 0	+27 0	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	+400 0	+0.63 0	+0.97 0	+1.55 0	+2.5 0	+4 0	+6.3 0	+9.7 0
500	630	+9 0	+11 0	+16 0	+22 0	+32 0	+44 0	+70 0	+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+0.7 0	+1.1 0	+1.75 0	+2.8 0	+4.4 0	+7 0	+11 0
630	800	+10 0	+13 0	+18 0	+25 0	+36 0	+50 0	+80 0	+125 0	+200 0	+320 0	+500 0	+0.8 0	+1.25 0	+2 0	+3.2 0	+5 0	+8 0	+12.5 0
800	1000	+11 0	+15 0	+21 0	+28 0	+40 0	+56 0	+90 0	+140 0	+230 0	+360 0	+560 0	+0.9 0	+1.4 0	+2.3 0	+3.6 0	+5.6 0	+9 0	+14 0
1000	1250	+13 0	+18 0	+24 0	+33 0	+47 0	+66 0	+105 0	+165 0	+260 0	+420 0	+660 0	+1.05 0	+1.65 0	+2.6 0	+4.2 0	+6.6 0	+10.5 0	+16.5 0
1250	1600	+15 0	+21 0	+29 0	+39 0	+55 0	+78 0	+125 0	+195 0	+310 0	+500 0	+780 0	+1.25 0	+1.95 0	+3.1 0	+5 0	+7.8 0	+12.5 0	+19.5 0
1600	2000	+18 0	+25 0	+35 0	+46 0	+65 0	+92 0	+150 0	+230 0	+370 0	+600 0	+920 0	+1.5 0	+2.3 0	+3.7 0	+6 0	+9.2 0	+15 0	+23 0
2000	2500	+22 0	+30 0	+41 0	+55 0	+78 0	+110 0	+175 0	+280 0	+440 0	+700 0	+1100 0	+1.75 0	+2.8 0	+4.4 0	+7 0	+11 0	+17.5 0	+28 0
2500	3150	+26 0	+36 0	+50 0	+68 0	+96 0	+135 0	+210 0	+330 0	+540 0	+860 0	+1350 0	+2.1 0	+3.3 0	+5.4 0	+8.6 0	+13.5 0	+21 0	+33 0

注：1. IT14～IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸

2. 黑框中的数值，即基本尺寸大于 500～3150mm，IT1～IT5 的偏差值为试用的

（续）

孔 JS 的极限偏差

公称尺寸/mm		JS																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
大于	至	偏差																	
		μm											mm						
—	3	±0.4	±0.6	±1	±1.5	±2	±3	±5	±7	±12	±20	±30	±0.05	±0.07	±0.125	±0.2	±0.3		
3	6	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±2.5	±4	±6	±9	±15	±24	±37	±0.06	±0.09	±0.15	±0.24	±0.375	±0.6	±0.9
6	10	±0.5	±0.75	±1.25	±2	±3	±4.5	±7	±11	±18	±29	±46	±0.075	±0.11	±0.18	±0.29	±0.45	±0.75	±1.1
10	18	±0.6	±1	±1.5	±2.5	±4	±5.5	±9	±13	±21	±36	±55	±0.09	±0.135	±0.215	±0.35	±0.55	±0.9	±1.35
18	30	±0.75	±1.25	±2	±3	±4.5	±6.5	±10	±16	±26	±42	±65	±0.105	±0.165	±0.26	±0.42	±0.65	±1.05	±1.65
30	50	±0.75	±1.25	±2	±3.5	±5.5	±8	±12	±19	±31	±50	±80	±0.125	±0.195	±0.31	±0.5	±0.8	±1.25	±1.95
50	80	±1	±1.5	±2.5	±4	±6.5	±9.5	±15	±23	±37	±60	±95	±0.15	±0.23	±0.37	±0.6	±0.95	±1.5	±2.3
80	120	±1.25	±2	±3	±5	±7.5	±11	±17	±27	±43	±70	±110	±0.175	±0.27	±0.435	±0.7	±1.1	±1.75	±2.7
120	180	±1.75	±2.5	±4	±6	±9	±12.5	±20	±31	±50	±80	±125	±0.2	±0.315	±0.5	±0.8	±1.25	±2	±3.15
180	250	±2.25	±3.5	±5	±7	±10	±14.5	±23	±36	±57	±92	±145	±0.23	±0.36	±0.575	±0.925	±1.45	±2.3	±3.6
250	315	±3	±4	±6	±8	±11.5	±16	±26	±40	±65	±105	±160	±0.28	±0.405	±0.65	±1.05	±1.6	±2.6	±4.05
315	400	±3.5	±4.5	±6.5	±9	±12.5	±18	±28	±44	±70	±115	±180	±0.285	±0.445	±0.7	±1.15	±1.8	±2.85	±4.45
400	500	±4	±5	±7.5	±10	±13.5	±20	±31	±48	±77	±125	±200	±0.315	±0.485	±0.775	±1.25	±2	±3.15	±4.85
500	630	±4.5	±5.5	±8	±11	±16	±22	±35	±55	±87	±140	±220	±0.35	±0.55	±0.875	±1.4	±2.2	±3.5	±5.5
630	800	±5	±6.5	±9	±12.5	±18	±25	±40	±62	±100	±160	±250	±0.4	±0.625	±1	±1.6	±2.5	±4	±6.25
800	1000	±5.5	±7.5	±10.5	±14	±20	±28	±45	±70	±115	±180	±280	±0.45	±0.7	±1.15	±1.8	±2.8	±4.5	±7
1000	1250	±6.5	±9	±12	±16.5	±23.5	±33	±52	±82	±130	±210	±330	±0.525	±0.825	±1.3	±2.1	±3.3	±5.25	±8.25
1250	1600	±7.5	±10.5	±14.5	±19.5	±27.5	±39	±62	±97	±155	±250	±390	±0.625	±0.975	±1.55	±2.5	±3.9	±6.25	±9.75
1600	2000	±9	±12.5	±17.5	±23	±32.5	±46	±75	±115	±185	±300	±460	±0.75	±1.15	±1.85	±3	±4.6	±7.5	±11.5
2000	2500	±11	±15	±20.5	±27.5	±39	±55	±87	±140	±220	±350	±550	±0.875	±1.4	±2.2	±3.5	±5.5	±8.75	±14
2500	3150	±13	±18	±25	±34	±48	±67.5	±105	±165	±270	±430	±675	±1.05	±1.65	±2.7	±4.3	±6.75	±10.5	±16.5

注：1. 为避免相同值的重复，表列值以“$\pm X$”给出，可为 ES = $+X$、EI = $-X$，例如，$^{+0.23}_{-0.23}$mm

2. IT14 ~ IT18 只用于大于 1mm 的基本尺寸

3. 黑框中的数值，即基本尺寸大于 500 ~ 3150mm，IT1 ~ IT5 的偏差值为试用的

（续）

孔 J 和 K 的极限偏差													
公称尺寸/mm		J				K							
大于	至	6	7	8	9	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	+2 −4	+4 −6	+6 +8		0 −2	0 −3	0 −4	0 −6	0 −10	0 −14	0 −25	0 −40
3	6	+5 −3	±6	+10 −8		0 −2.5	+0.5 −3.5	0 −5	+2 −6	+3 −9	+5 −13		
6	10	+5 −4	+8 −7	+12 −10		0 −2.5	+0.5 −3.5	+1 −5	+2 −7	+5 −10	+6 −16		
10	18	+6 −5	+10 −8	+15 −12		0 −3	+1 −4	+2 −6	+2 −9	+6 −12	+8 −19		
18	30	+8 −5	+12 −9	+20 −13		−0.5 −4.5	0 −6	+1 −8	+2 −11	+6 −15	+10 −23		
30	50	+10 −6	+14 −11	+24 −15		−0.5 −4.5	+1 −6	+2 −9	+3 −13	+7 −18	+12 −27		
50	80	+13 −6	+18 −12	+28 −18				+3 −10	+4 −15	+9 −21	+14 −32		
80	120	+16 −6	+22 −13	+34 −20				+2 −13	+4 −18	+10 −25	+16 −38		
120	180	+18 −7	+26 −14	+41 −22				+3 −15	+4 −21	+12 −28	+20 −43		
180	250	+22 −7	+30 −16	+47 −25				+2 −18	+5 −24	+13 −33	+22 −50		

（续）

公称尺寸/mm		J				K							
大于	至	6	7	8	9	3	4	5	6	7	8	9	10
250	315	+25 -7	+36 -16	+55 -26				+3 -20	+5 -27	+16 -36	+25 -56		
315	400	+29 -7	+39 -18	+60 -29				+3 -22	+7 -29	+17 -40	+28 -61		
400	500	+33 -7	+43 -20	+66 -31				+2 -25	+8 -32	+18 -45	+29 -68		
500	630								0 -44	0 -70	0 -110		
630	800								0 -50	0 -80	0 -125		
800	1000								0 -56	0 -90	0 -140		
1000	1250								0 -66	0 -105	0 -165		
1250	1600								0 -78	0 -125	0 -195		
1600	2000								0 -92	0 -150	0 -230		
2000	2500								0 -110	0 -175	0 -280		
2500	3150								0 -135	0 -210	0 -330		

注：1. J9、J10 等公差带对称于零线，其偏差值可见 JS9、JS10 等

2. 基本尺寸大于 3mm 时，大于 IT8 的 K 的偏差值不作规定

3. 基本尺寸大于 3～6mm 的 J7 的偏差值与对应尺寸段的 JS7 等值

（续）

孔 M 和 N 的极限偏差																		
公称尺寸/mm		M								N								
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10	11
—	3	-2 -4	-2 -5	-2 -6	-2 -8	-2 -12	-2 -16	-2 -27	-2 -42	-4 -6	-4 -7	-4 -8	-4 -10	-4 -14	-4 -18	-4 -29	-4 -44	-4 -64
3	6	-3 -5.5	-2.5 -6.5	-3 -8	-1 -9	0 -12	+2 -16	-4 -34	-4 -52	-7 -9.5	-6.5 -10.5	-7 -12	-5 -13	-4 -16	-2 -20	0 -30	0 -48	0 -75
6	10	-5 -7.5	-4.5 -8.5	-4 -10	-3 -12	0 -15	+1 -21	-6 -42	-6 -64	-9 -11.5	-8.5 -12.5	-8 -14	-7 -16	-4 -19	-3 -25	0 -36	0 -58	0 -90
10	18	-6 -9	-5 -10	-4 -12	-4 -15	0 -18	+2 -25	-7 -50	-7 -77	-11 -14	-10 -15	-9 -17	-9 -20	-5 -23	-3 -30	0 -43	0 -70	0 -110
18	30	-6.5 -10.5	-6 -12	-5 -14	-4 -17	0 -21	+4 -29	-8 -60	-8 -92	-13.5 -17.5	-13 -19	-12 -21	-11 -24	-7 -28	-3 -36	0 -52	0 -84	0 -130
30	50	-7.5 -11.5	-6 -13	-5 -16	-4 -20	0 -25	+5 -34	-9 -71	-9 -109	-15.5 -19.5	-14 -21	-13 -24	-12 -28	-8 -33	-3 -42	0 -62	0 -100	0 -160
50	80			-6 -19	-5 -24	0 -30	+5 -41					-15 -28	-14 -33	-9 -39	-4 -50	0 -74	0 -120	0 -190
80	120			-8 -23	-6 -28	0 -35	+6 -48					-18 -33	-16 -38	-10 -45	-4 -58	0 -87	0 -140	0 -220
120	180			-9 -27	-8 -33	0 -40	+8 -55					-21 -39	-20 -45	-12 -52	-4 -67	0 -100	0 -160	0 -250
180	250			-11 -31	-8 -37	0 -46	+9 -63					-25 -45	-22 -51	-14 -60	-5 -77	0 -115	0 -185	0 -290

（续）

公称尺寸/mm		M								N								
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10	11
250	315			-13 -36	-9 -41	0 -52	+9 -72					-27 -50	-25 -57	-14 -66	-5 -86	0 -130	0 -210	0 -320
315	400			-14 -39	-10 -46	0 -57	+11 -78					-30 -55	-26 -62	-16 -73	-5 -94	0 -140	0 -230	0 -360
400	500			-16 -43	-10 -50	0 -63	+11 -86					-33 -60	-27 -67	-17 -80	-6 -103	0 -155	0 -250	0 -400
500	630				-26 -70	-26 -96	-26 -136						-44 -88	-44 -114	-44 -154	-44 -219		
630	800				-30 -80	-30 -110	-30 -155						-50 -100	-50 -130	-50 -175	-50 -250		
800	1000				-34 -90	-34 -124	-34 -174						-56 -112	-56 -146	-56 -196	-56 -286		
1000	1250				-40 -106	-40 -145	-40 -205						-66 -132	-66 -171	-66 -231	-66 -326		
1250	1600				-48 -126	-48 -173	-48 -243						-78 -156	-78 -203	-78 -273	-78 -388		
1600	2000				-58 -150	-58 -208	-58 -288						-92 -184	-92 -242	-92 -322	-92 -462		
2000	2500				-68 -178	-68 -243	-68 -348						-110 -220	-110 -285	-110 -390	-110 -550		
2500	3150				-76 -211	-76 -286	-76 -406						-135 -270	-135 -345	-135 -465	-135 -675		

注：公差带 N9、N10 和 N11 只用于大于 1mm 的基本尺寸。

（续）

孔 P 的极限偏差									
公称尺寸/mm		P							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-6 -8	-6 -9	-6 -10	-6 -12	-6 -16	-6 -20	-6 -31	-6 -46
3	6	-11 -13.5	-10.5 -14.5	-11 -16	-9 -17	-8 -20	-12 -30	-12 -42	-12 -60
6	10	-14 -16.5	-13.5 -17.5	-13 -19	-12 -21	-9 -24	-15 -37	-15 -51	-15 -73
10	18	-17 -20	-16 -21	-15 -23	-15 -26	-11 -29	-18 -45	-18 -61	-18 -88
18	30	-20.5 -24.5	-20 -26	-19 -28	-18 -31	-14 -35	-22 -55	-22 -74	-22 -106
30	50	-24.5 -28.5	-23 -30	-22 -33	-21 -37	-17 -42	-26 -65	-26 -88	-26 -126
50	80			-27 -40	-26 -45	-21 -51	-32 -78	-32 -106	
80	120			-32 -47	-30 -52	-24 -59	-37 -91	-37 -124	
120	180			-37 -55	-36 -61	-28 -68	-43 -106	-43 -143	
180	250			-44 -64	-41 -70	-33 -79	-50 -122	-50 -165	
250	315			-49 -72	-47 -79	-36 -88	-56 -137	-56 -186	
315	400			-55 -80	-51 -87	-41 -98	-62 -151	-62 -202	
400	500			-61 -88	-55 -95	-45 -108	-68 -165	-68 -223	
500	630				-78 -122	-78 -148	-78 -188	-78 -253	
630	800				-88 -138	-88 -168	-88 -213	-88 -288	
800	1000				-100 -156	-100 -190	-100 -240	-100 -330	
1000	1250				-120 -186	-120 -225	-120 -285	-120 -380	
1250	1600				-140 -218	-140 -265	-140 -335	-140 -450	
1600	2000				-170 -262	-170 -320	-170 -400	-170 -540	
2000	2500				-195 -305	-195 -370	-195 -475	-195 -635	
2500	3150				-240 -375	-240 -450	-240 -570	-240 -780	

（续）

孔 R 的极限偏差									
公称尺寸/mm		R							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-10 -12	-10 -13	-10 -14	-10 -16	-10 -20	-10 -24	-10 -35	-10 -50
3	6	-14 -16.5	-13.5 -17.5	-14 -19	-12 -20	-11 -23	-15 -33	-15 -45	-15 -63
6	10	-18 -20.5	-17.5 -21.5	-17 -23	-16 -25	-13 -28	-19 -41	-19 -55	-19 -77
10	18	-22 -25	-21 -26	-20 -28	-20 -31	-16 -34	-23 -50	-23 -66	-23 -93
18	30	-26.5 -30.5	-26 -32	-25 -34	-24 -37	-20 -41	-28 -61	-28 -80	-10 -112
30	50	-32.5 -36.5	-31 -38	-30 -41	-29 -45	-25 -50	-34 -73	-34 -96	-34 -134
50	65			-36 -49	-35 -54	-30 -60	-41 -87		
65	80			-38 -51	-37 -56	-32 -62	-43 -89		
80	100			-46 -61	-44 -66	-38 -73	-51 -105		
100	120			-49 -64	-47 -69	-41 -76	-54 -108		
120	140			-57 -75	-56 -81	-48 -88	-63 -126		
140	160			-59 -77	-58 -83	-50 -90	-65 -128		
160	180			-62 -80	-61 -86	-53 -93	-68 -131		
180	200			-71 -91	-68 -97	-60 -106	-77 -149		
200	225			-74 -94	-71 -100	-63 -109	-80 -152		
225	250			-78 -98	-75 -104	-67 -113	-84 -156		
250	280			-87 -110	-85 -117	-74 -126	-94 -175		
280	315			-91 -114	-89 -121	-78 -130	-98 -179		

（续）

公称尺寸/mm		R							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
315	355			-101 -126	-97 -133	-87 -144	-108 -197		
355	400			-107 -132	-103 -139	-93 -150	-114 -203		
400	450			-119 -146	-113 -153	-103 -166	-126 -223		
450	500			-125 -152	-119 -159	-109 -172	-132 -229		
500	560				-150 -194	-150 -220	-150 -260		
560	630				-155 -199	-155 -225	-155 -265		
630	710				-175 -225	-175 -255	-175 -300		
710	800				-185 -235	-185 -265	-185 -310		
800	900				-210 -266	-210 -300	-210 -350		
900	1000				-220 -276	-220 -310	-220 -360		
1000	1120				-250 -316	-250 -355	-250 -415		
1120	1250				-260 -326	-260 -365	-260 -425		
1250	1400				-300 -378	-300 -425	-300 -495		
1400	1600				-330 -408	-330 -455	-330 -525		
1600	1800				-370 -462	-370 -520	-370 -600		
1800	2000				-400 -492	-400 -550	-400 -630		
2000	2240				-440 -550	-440 -615	-440 -720		
2240	2500				-460 -570	-460 -635	-460 -740		
2500	2800				-550 -685	-550 -760	-550 -880		
2800	3150				-580 -715	-580 -790	-580 -910		

（续）

孔 S 的极限偏差									
公称尺寸/mm		S							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
—	3	-14 -16	-14 -17	-14 -18	-14 -20	-14 -24	-14 -28	-14 -39	-14 -54
3	6	-18 -20.5	-17.5 -21.5	-18 -23	-16 -24	-15 -27	-19 -37	-19 -49	-19 -67
6	10	-22 -24.5	-21.5 -25.5	-21 -27	-20 -29	-17 -32	-23 -45	-23 -59	-23 -81
10	18	-27 -30	-26 -31	-25 -33	-25 -36	-21 -39	-28 -55	-28 -71	-28 -98
18	30	-33.5 -37.5	-33 -39	-32 -41	-31 -44	-27 -48	-35 -68	-35 -87	-35 -119
30	50	-41.5 -45.5	-40 -47	-39 -50	-38 -54	-34 -59	-43 -82	-43 -105	-43 -143
50	65			-48 -61	-47 -66	-42 -72	-53 -99	-53 -127	
65	80			-54 -67	-53 -72	-48 -78	-59 -105	-59 -133	
80	100			-66 -81	-64 -86	-58 -93	-71 -125	-71 -158	
100	120			-74 -89	-72 -94	-66 -101	-79 -133	-79 -166	
120	140			-86 -104	-85 -110	-77 -117	-92 -155	-92 -192	
140	160			-94 -112	-93 -118	-85 -125	-100 -163	-100 -200	
160	180			-102 -120	-101 -126	-93 -133	-108 -171	-108 -208	
180	200			-116 -136	-113 -142	-105 -151	-122 -194	-122 -237	
200	225			-124 -144	-121 -150	-113 -159	-130 -202	-130 -245	
225	250			-134 -154	-131 -160	-123 -169	-140 -212	-140 -255	
250	280			-151 -174	-149 -181	-138 -190	-158 -239	-158 -288	
280	315			-163 -186	-161 -193	-150 -202	-170 -251	-170 -300	

（续）

公称尺寸/mm		S							
大于	至	3	4	5	6	7	8	9	10
315	355			-183 -208	-179 -215	-169 -226	-190 -279	-190 -330	
355	400			-201 -226	-197 -233	-187 -244	-208 -297	-208 -348	
400	450			-225 -252	-219 -259	-209 -272	-232 -329	-232 -387	
450	500			-245 -272	-239 -279	-229 -292	-252 -349	-252 -407	
500	560				-280 -324	-280 -350	-280 -390		
560	630				-310 -354	-310 -380	-310 -420		
630	710				-340 -390	-340 -420	-340 -465		
710	800				-380 -430	-380 -460	-380 -505		
800	900				-430 -486	-430 -520	-430 -570		
900	1000				-470 -526	-470 -560	-470 -610		
1000	1120				-520 -586	-520 -625	-520 -685		
1120	1250				-580 -646	-580 -685	-580 -745		
1250	1400				-640 -718	-640 -765	-640 -835		
1400	1600				-720 -798	-720 -845	-720 -915		
1600	1800				-820 -912	-820 -970	-820 -1050		
1800	2000				-920 -1012	-920 -1070	-920 -1150		
2000	2240				-1000 -1110	-1000 -1175	-1000 -1280		
2240	2500				-1100 -1210	-1100 -1275	-1100 -1380		
2500	2800				-1250 -1385	-1250 -1460	-1250 -1580		
2800	3150				-1400 -1535	-1400 -1610	-1400 -1730		

（续）

孔 T 和 U 的极限偏差

公称尺寸/mm		T				U					
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10
—	3					-18 -22	-18 -24	-18 -28	-18 -32	-18 -43	-18 -58
3	6					-22 -27	-20 -28	-19 -31	-23 -41	-23 -53	-23 -71
6	10					-26 -32	-25 -34	-22 -37	-28 -50	-28 -64	-28 -86
10	18					-30 -38	-30 -41	-26 -44	-33 -60	-33 -76	-33 -103
18	24					-38 -47	-37 -50	-33 -54	-41 -74	-41 -93	-41 -125
24	30	-38 -47	-37 -50	-33 -54	-41 -74	-45 -54	-44 -57	-40 -61	-48 -81	-48 -100	-48 -132
30	40	-44 -55	-43 -59	-39 -64	-48 -87	-56 -67	-55 -71	-51 -76	-60 -99	-60 -122	-60 -160
40	50	-50 -61	-49 -65	-45 -70	-54 -93	-66 -77	-65 -81	-61 -86	-70 -109	-70 -132	-70 -170
50	65		-60 -79	-55 -85	-66 -112		-81 -100	-76 -106	-87 -133	-87 -161	-87 -207
65	80		-69 -88	-64 -94	-75 -121		-96 -115	-91 -121	-102 -148	-102 -176	-102 -222
80	100		-84 -106	-78 -113	-91 -145		-117 -139	-111 -146	-124 -178	-124 -211	-124 -264
100	120		-97 -119	-91 -126	-104 -158		-137 -159	-131 -166	-144 -198	-144 -231	-144 -284
120	140		-115 -140	-107 -147	-122 -185		-163 -188	-155 -195	-170 -233	-170 -270	-170 -330
140	160		-127 -152	-119 -159	-134 -197		-183 -208	-175 -215	-190 -253	-190 -290	-190 -350
160	180		-139 -164	-131 -171	-146 -209		-203 -228	-195 -235	-210 -273	-210 -310	-210 -370
180	200		-157 -186	-149 -195	-166 -238		-227 -256	-219 -265	-236 -308	-236 -351	-236 -421
200	225		-171 -200	-163 -209	-180 -252		-249 -278	-241 -287	-258 -330	-258 -373	-258 -443
225	250		-187 -216	-179 -225	-196 -268		-275 -304	-267 -313	-284 -356	-284 -399	-284 -469
250	280		-209 -241	-198 -250	-218 -299		-306 -338	-295 -347	-315 -396	-315 -445	-315 -525
280	315		-231 -263	-220 -272	-240 -321		-341 -373	-330 -382	-350 -431	-350 -480	-350 -560

（续）

公称尺寸/mm		T				U					
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10
315	355		-257 -293	-247 -304	-268 -357		-379 -415	-369 -426	-390 -479	-390 -530	-390 -620
355	400		-283 -319	-273 -330	-294 -383		-424 -460	-414 -471	-435 -524	-435 -575	-435 -665
400	450		-317 -357	-307 -370	-330 -427		-477 -517	-467 -530	-490 -587	-490 -645	-490 -740
450	500		-347 -387	-337 -400	-360 -457		-527 -567	-517 -580	-540 -637	-540 -695	-540 -790
500	560		-400 -444	-400 -470	-400 -510		-600 -644	-600 -670	-600 -710		
560	630		-450 -494	-450 -520	-450 -560		-660 -704	-660 -730	-660 -770		
630	710		-500 -550	-500 -580	-500 -625		-740 -790	-740 -820	-740 -865		
710	800		-560 -610	-560 -640	-560 -685		-840 -890	-840 -920	-840 -965		
800	900		-620 -676	-620 -710	-620 -760		-940 -996	-940 -1030	-940 -1080		
900	1000		-680 -736	-680 -770	-680 -820		-1050 -1106	-1050 -1140	-1050 -1190		
1000	1120		-780 -846	-780 -885	-780 -945		-1150 -1216	-1150 -1255	-1150 -1315		
1120	1250		-840 -906	-840 -945	-840 -1005		-1300 -1366	-1300 -1405	-1300 -1465		
1250	1400		-960 -1038	-960 -1085	-960 -1155		-1450 -1528	-1450 -1575	-1450 -1645		
1400	1600		-1050 -1128	-1050 -1175	-1050 -1245		-1600 -1678	-1600 -1725	-1600 -1795		
1600	1800		-1200 -1292	-1200 -1360	-1200 -1430		-1850 -1942	-1850 -2000	-1850 -2080		
1800	2000		-1350 -1442	-1350 -1500	-1350 -1580		-2000 -2092	-2000 -2150	-2000 -2230		
2000	2240		-1500 -1610	-1500 -1675	-1500 -1780		-2300 -2410	-2300 -2475	-2300 -2580		
2240	2500		-1650 -1760	-1650 -1825	-1650 -1930		-2500 -2610	-2500 -2675	-2500 -2780		
2500	2800		-1900 -2035	-1900 -2110	-1900 -2230		-2900 -3035	-2900 -3110	-2900 -3230		
2800	3150		-2100 -2235	-2100 -2310	-2100 -2430		-3200 -3335	-3200 -3410	-3200 -3530		

注：基本尺寸至24mm的T5至T8的偏差值未列入表内，建议以U5至U8代替。如非要T5至T8，则可按GB/T 1800.1—2009计算

（续）

孔V、X和Y的极限偏差																
公称尺寸/mm		V				X						Y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
—	3					-20 -24	-20 -26	-20 -30	-20 -34	-20 -45	-20 -60					
3	6					-27 -32	-25 -33	-24 -36	-28 -46	-28 -58	-28 -76					
6	10					-32 -38	-31 -40	-28 -43	-34 -56	-34 -70	-34 -92					
10	14					-37 -45	-37 -48	-33 -51	-40 -67	-40 -83	-40 -110					
14	18	-36 -44	-36 -47	-32 -50	-39 -66	-42 -50	-42 -53	-38 -56	-45 -72	-45 -88	-45 -115					
18	24	-44 -53	-43 -56	-39 -60	-47 -80	-51 -60	-50 -63	-46 -67	-54 -87	-54 -106	-54 -138	-59 -72	-55 -76	-63 -96	-63 -115	-63 -147
24	30	-52 -61	-51 -64	-47 -68	-55 -88	-61 -70	-60 -73	-56 -77	-64 -97	-64 -116	-64 -148	-71 -84	-67 -88	-75 -108	-75 -127	-75 -159
30	40	-64 -75	-63 -79	-59 -84	-68 -107	-76 -87	-75 -91	-71 -96	-80 -119	-80 -142	-80 -180	-89 -105	-85 -110	-94 -133	-94 -156	-94 -194
40	50	-77 -88	-76 -92	-72 -97	-81 -120	-93 -104	-92 -108	-88 -113	-97 -136	-97 -159	-97 -197	-109 -125	-105 -130	-114 -153	-114 -176	-114 -214
50	65		-96 -115	-91 -121	-102 -148		-116 -135	-111 -141	-122 -168	-122 -196		-138 -157	-133 -163	-144 -190		
65	80		-114 -133	-109 -139	-120 -166		-140 -159	-135 -165	-146 -192	-146 -220		-168 -187	-163 -193	-174 -220		
80	100		-139 -161	-133 -168	-146 -200		-171 -193	-165 -200	-178 -232	-178 -265		-207 -229	-201 -236	-214 -268		

（续）

公称尺寸/mm		V				X						Y				
大于	至	5	6	7	8	5	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
100	120		-165 -187	-159 -194	-172 -226		-203 -225	-197 -232	-210 -264	-210 -297		-247 -269	-241 -276	-254 -308		
120	140		-195 -220	-187 -227	-202 -265		-241 -266	-233 -273	-248 -311	-248 -348		-293 -318	-285 -325	-300 -363		
140	160		-221 -246	-213 -253	-228 -291		-273 -298	-265 -305	-280 -343	-280 -380		-333 -358	-325 -365	-340 -403		
160	180		-245 -270	-237 -277	-252 -315		-303 -328	-295 -335	-310 -373	-310 -410		-373 -398	-365 -405	-380 -443		
180	200		-275 -304	-267 -313	-284 -356		-341 -370	-333 -379	-350 -422	-350 -465		-416 -445	-408 -454	-425 -497		
200	225		-301 -330	-293 -339	-310 -382		-376 -405	-368 -414	-385 -457	-385 -500		-461 -490	-453 -499	-470 -542		
225	250		-331 -360	-323 -369	-340 -412		-416 -445	-408 -454	-425 -497	-425 -540		-511 -540	-503 -549	-520 -592		
250	280		-376 -408	-365 -417	-385 -466		-466 -498	-455 -507	-475 -556	-475 -605		-571 -603	-560 -612	-580 -661		
280	315		-416 -448	-405 -457	-425 -506		-516 -548	-505 -557	-525 -606	-525 -655		-641 -673	-630 -682	-650 -731		
315	355		-464 -500	-454 -511	-475 -564		-579 -615	-569 -626	-590 -679	-590 -730		-719 -755	-709 -766	-730 -819		
355	400		-519 -555	-509 -566	-530 -619		-649 -685	-639 -696	-660 -749	-660 -800		-809 -845	-799 -856	-820 -909		
400	450		-582 -622	-572 -635	-595 -692		-727 -767	-717 -780	-740 -837	-740 -895		907 -947	897 -960	920 -1017		
450	500		-647 -687	-637 -700	-660 -757		-807 -847	-797 -860	-820 -917	-820 -975		-987 -1027	-977 -1040	-1000 -1097		

注：1. 基本尺寸至14mm的V5～V8的偏差值未列入表内，建议以X5～X8代替。如非要V5～V8，则可按GB/T 1800.1—2009计算
2. 基本尺寸至18mm的Y6～Y10的偏差值未列入表内，建议以Z6～Z10代替。如非要Y6～Y10，则可按GB/T 1800.1—2009计算

（续）

孔Z和ZA的极限偏差													
公称尺寸/mm		Z						ZA					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
—	3	-26 -32	-26 -36	-26 -40	-26 -51	-26 -66	-26 -86	-32 -38	-32 -42	-32 -46	-32 -57	-32 -72	-32 -92
3	6	-32 -40	-31 -43	-35 -53	-35 -65	-35 -83	-35 -110	-39 -47	-38 -50	-42 -60	-42 -72	-42 -90	-42 -117
6	10	-39 -48	-36 -51	-42 -64	-42 -78	-42 -100	-42 -132	-49 -58	-46 -61	-52 -74	-52 -88	-52 -110	-52 -142
10	14	-47 -58	-43 -61	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160	-61 -72	-57 -75	-64 -91	-64 -107	-64 -134	-64 -174
14	18	-57 -68	-53 -71	-60 -87	-60 -103	-60 -130	-60 -170	-74 -85	-70 -88	-77 -104	-77 -120	-77 -147	-77 -187
18	24	-69 -82	-65 -86	-73 -106	-73 -125	-73 -157	-73 -203	-94 -107	-90 -111	-98 -131	-98 -150	-98 -182	-98 -228
24	30	-84 -97	-80 -101	-88 -121	-88 -140	-88 -172	-88 -218	-114 -127	-110 -131	-118 -151	-118 -170	-118 -202	-118 -248
30	40	-107 -123	-103 -128	-112 -151	-112 -174	-112 -212	-112 -272	-143 -159	-139 -164	-148 -187	-148 -210	-148 -248	-148 -308
40	50	-131 -147	-127 -152	-136 -175	-136 -198	-136 -236	-136 -296	-175 -191	-171 -196	-180 -219	-180 -242	-180 -280	-180 -340
50	65		-161 -191	-172 -218	-172 -246	-172 -292	-172 -362		-215 -245	-226 -272	-226 -300	-226 -346	-226 -416

（续）

公称尺寸/mm		Z						ZA					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
65	80		-199 -229	-210 -256	-210 -284	-210 -330	-210 -400		-263 -293	-274 -320	-274 -348	-274 -394	-274 -464
80	100		-245 -280	-258 -312	-258 -345	-258 -398	-258 -478		-322 -357	-335 -389	-335 -422	-335 -475	-335 -555
100	120		-297 -332	-310 -364	-310 -397	-310 -450	-310 -530		-387 -422	-400 -454	-400 -487	-400 -540	-400 -620
120	140		-350 -390	-365 -428	-365 -465	-365 -525	-365 -615		-455 -495	-470 -533	-470 -570	-470 -630	-470 -720
140	160		-400 -440	-415 -478	-415 -515	-415 -575	-415 -665		-520 -560	-535 -598	-535 -635	-535 -695	-535 -785
160	180		-450 -490	-465 -528	-465 -565	-465 -625	-465 -715		-585 -625	-600 -663	-600 -700	-600 -760	-600 -850
180	200		-503 -549	-520 -592	-520 -635	-520 -705	-520 -810		-653 -699	-670 -742	-670 -785	-670 -855	-670 -960
200	225		-558 -604	-575 -647	-575 -690	-575 -760	-575 -865		-723 -769	-740 -812	-740 -855	-740 -925	-740 -1030
225	250		-623 -669	-640 -712	-640 -755	-640 -825	-640 -930		-803 -849	-820 -892	-820 -935	-820 -1005	-820 -1110
250	280		-690 -742	-710 -791	-710 -840	-710 -920	-710 -1030		-900 -952	-920 -1001	-920 -1050	-920 -1130	-920 -1240
280	315		-770 -822	-790 -871	-790 -920	-790 -1000	-790 -1110		-980 -1032	-1000 -1081	-1000 -1130	-1000 -1210	-1000 -1320

（续）

公称尺寸/mm		Z						ZA					
大于	至	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
315	355		-879 -936	-900 -989	-900 -1040	-900 -1130	-900 -1260		-1129 -1186	-1150 -1239	-1150 -1290	-1150 -1380	-1150 -1510
355	400		-979 -1036	-1000 -1089	-1000 -1140	-1000 -1230	-1000 -1360		-1279 -1336	-1300 -1389	-1300 -1440	-1300 -1530	-1300 -1660
400	450		-1077 -1140	-1100 -1197	-1100 -1255	-1100 -1350	-1100 -1500		-1427 -1490	-1450 -1547	-1450 -1605	-1450 -1700	-1450 -1850
450	500		-1227 -1290	-1250 -1347	-1250 -1405	-1250 -1500	-1250 -1650		-1577 -1640	-1600 -1697	-1600 -1755	-1600 -1850	-1600 -2000

孔 ZB 和 ZC 的极限偏差

公称尺寸/mm		ZB					ZC				
大于	至	7	8	9	10	11	7	8	9	10	11
—	3	-40 -50	-40 -54	-40 -65	-40 -80	-40 -100	-60 -70	-60 -74	-60 -85	-60 -100	-60 -120
3	6	-46 -58	-50 -68	-50 -80	-50 -98	-50 -125	-76 -88	-80 -98	-80 -110	-80 -128	-80 -155
6	10	-61 -76	-67 -89	-67 -103	-67 -125	-67 -157	-91 -106	-97 -119	-97 -133	-97 -155	-97 -187
10	14	-83 -101	-90 -117	-90 -133	-90 -160	-90 -200	-123 -141	-130 -157	-130 -173	-130 -200	-130 -240

3. 标准公差数值（见表 2-43）

表 2-43　公称尺寸至 3150mm 的标准公差数值

公称尺寸/mm		标准公差等级																
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
大于	至	μm											mm						
—	3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0.1	0.14	0.25	0.4	0.6	1	1.4
3	6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	0.12	0.18	0.3	0.48	0.75	1.2	1.8
6	10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	0.15	0.22	0.36	0.58	0.9	1.5	2.2
10	18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0.18	0.27	0.43	0.7	1.1	1.8	2.7
18	30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0.21	0.33	0.52	0.84	1.3	2.1	3.3
30	50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0.25	0.39	0.62	1	1.6	2.5	3.9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0.3	0.46	0.74	1.2	1.9	3	4.6
80	120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0.35	0.54	0.87	1.4	2.2	3.5	5.4
120	180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3
180	250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0.46	0.72	1.15	1.85	2.9	4.6	7.2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0.52	0.81	1.3	2.1	3.2	5.2	8.1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0.57	0.89	1.4	2.3	3.6	5.7	8.9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0.63	0.97	1.55	2.5	4	6.3	9.7
500	630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0.7	1.1	1.75	2.8	4.4	7	11
630	800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0.8	1.25	2	3.2	5	8	12.5
800	1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0.9	1.4	2.3	3.6	5.6	9	14
1000	1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1.05	1.65	2.6	4.2	6.6	10.5	16.5
1250	1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1.25	1.95	3.1	5	7.8	12.5	19.5
1600	2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1.5	2.3	3.7	6	9.2	15	23
2000	2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1.75	2.8	4.4	7	11	17.5	28
2500	3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2.1	3.3	5.4	8.6	13.5	21	33

注：1. 公称尺寸大于 500mm 的 IT1 ~ IT15 的标准公差数值为试行的。
2. 公称尺寸≤1mm 时，无 IT14 ~ IT18。

2.3　设计实例及数据速查

2.3.1　键连接

1. 设计计算题及数据速查

题 1：某铸铁直齿圆柱齿轮与一个钢轴用键构成静连接，齿轮为 8 级精度。装装齿轮处的轴径为 60mm，齿轮轮毂宽为长 95mm。该键连接传递的转矩为 840N · m，载荷平稳。要求设计此键连接，包括：

1）选择键的类型。

2）选择键的长度。

3）确定键的剖面尺寸。

4）验算键的强度。

解：

1）选择键的类型。因为是 8 级精度的齿轮，因此要求一定的定心性，可选用平键连接。由于是静连接，因此选用普通平键，考虑定位好而选用了 A 型键（圆头），取键的材料为 45 钢。

2）选择键的长度。一般键长不是由强度计算而得，因为按强度计算出来的键长可能很短，不利于轴毂的装配。在设计中，首先由轮毂宽（或装轮毂的轴段长）来确定键长，然后再进行强度验算。

由题目给出：齿轮轮毂长 95mm，因此键所在的阶梯轴的轴段长应当比轮毂略短（有利于齿轮的轴向定位），初选为 90mm；参考表 2-7 普通平键选标准键长 l = 80mm。

3）确定键的剖面尺寸：设计时由轴径确定键的剖面尺寸：查表 2-7 普通平键（表中“键的公称尺寸”）：第一列：当轴径为 d = 58 ~ 65mm 时，键的剖面尺寸为：宽 b = 18mm，高 h = 11mm。

4）验算键的强度：注意验算强度时，应按键的有效接触长度（去掉两个圆头）代入公式，即：$l' = L - b = (80 - 18)\text{mm} = 62\text{mm}$。又因为键的材料是钢，而轮毂的材料为铸铁，因此应该按较弱材料查许用应力：由表 2-2 键连接的许用应力：按静连接、铸铁查，许用挤压应力$[\sigma]_P = 80\text{MPa}$（载荷平稳，故取大值）。

验算键连接的挤压强度：

$$\sigma_P = \frac{4T}{dhl'} = \frac{4 \times 840 \times 10^3}{60 \times 11 \times 62} \approx 82\text{MPa} > [\sigma]_P = 80\text{MPa}$$

连接的挤压强度不够，铸铁的轮毂可能被压溃。

补救措施：考虑到实际压应力与许用压应力相差有限，可采取适当增大键长或

改用方头键的方法，这样键的全长都与毂上的键槽相接触，就能满足强度要求。但是，为了不改动齿轮轮毂和轴的径向尺寸，并考虑到圆头键在键槽中固定较牢，决定改选 $L=90\text{mm}$ 的圆头普通平键，键的有效接触长度 $l'=L-b=(90-18)\text{mm}=72\text{mm}$，代入强度公式

$$\sigma_{\text{P}}=\frac{4T}{dhl'}=\frac{4\times840\times10^3}{60\times11\times72}\approx71\text{MPa}<[\sigma]_{\text{P}}=80\text{MPa}$$

说明键连接的挤压强度满足要求。

验算平键连接的抗剪强度计算

$$\tau=\frac{2T}{dbl'}=\frac{2\times840\times10^3}{60\times18\times72}\text{MPa}\approx22\text{MPa}<<[\tau]=120\text{MPa}$$

说明键的抗剪强度远远满足要求，因此一般也可以省略抗剪强度的验算。

增大键长虽然能增大连接的承载能力，但键长有一定限度，通常取最大长度为：$l_{\max}\leqslant(1.6-1.8)d$，以免压力沿键长分布不均匀的现象严重。

如果增大键长也不能满足强度要求，则可采用双键。为了保证轴孔的对中性，双键应置于轴上 180°相对而放。但是，考虑到载荷分布不均，为了安全，强度计算时按 1.5 个键进行计算。如果双键也不能满足强度要求，则可采用花键连接。

题 2：经设计计算，某减速器输出轴的轴径 $d=58\text{mm}$，试分别在图 2-1a、b 上标注出轴和毂孔所有尺寸及其极限偏差。

注：轴的极限偏差尺寸见表 2-41；孔的极限偏差尺寸见表 2-42。

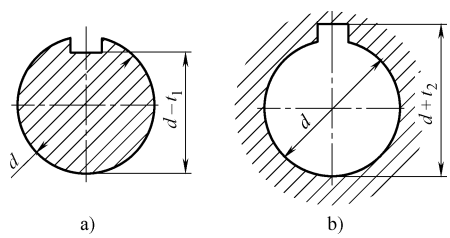


图 2-1 键连接题 2 图

解：

1. 确定轴的各几何尺寸

根据轴径 $d=58\text{mm}$，查表 2-7 普通平键中的“键的公称尺寸”，键的宽为 $b=16\text{mm}$，查表 2-6 键槽剖面尺寸与公差：轴槽深 $t_1=6\text{mm}$，因此

$$d-t_1=(58-6)\text{mm}=52\text{mm}$$

2. 确定轴的各几何尺寸公差

直径极限偏差：根据轴径 $\phi58\text{mm}$，按键连接的一般情况考虑，轴孔配合选用过渡配合 H7/k6，即轴为 $\phi58\text{k6}$，查表 2-41 轴的极限偏差值得轴的尺寸偏差为：$\phi58^{+0.021}_{+0.002}\text{mm}$。

键槽的宽度 b 极限偏差：表 2-6 平键键槽剖面尺寸，由键的宽度为 $b=16\text{mm}$，按一般键连接，键槽的宽度 b 极限偏差为 N9，即上下偏差为 0 和 -0.043mm，表达为 $16^{0}_{-0.043}\text{mm}$。

键槽的深度极限偏差：查表 2-6 平键键槽剖面尺寸，由键的宽度为 $b=16\text{mm}$，查轴槽深 $t_1=6\text{mm}$，轴槽深 t_1 的公差为 0 及 $+0.2\text{mm}$，但因轴槽深 t_1 不容易测量，

为了便于测量，通常用卡尺测$(d-t_1)$的值比较准确，因此图样上一般标注$(d-t_1)$及其公差。根据表 2-6 平键键槽剖面尺寸中表中“普通平键键槽的尺寸与公差”的注 1：轴槽深用$(d-t_1)$标注时，尺寸偏差按相应的 t_1 极限偏差选取，但$(d-t_1)$的偏差应取负号，因此为$(d-t_1)_{-0.2}^{0}$，即为：$(d-t_1)_{-0.2}^{0}=(58-6)_{-0.2}^{0}=52_{0.2}^{0}$。键所有尺寸及其极限偏差的标注见图 2-2a。

3. 确定毂孔的各几何尺寸

根据轴径 $d=58\text{mm}$，查表 2-6 平键键槽剖面尺寸，键的宽度为 $b=16\text{mm}$，所以毂槽深 $t_2=4.3\text{mm}$，因此 $d+t_2=(58+4.3)\text{mm}=62.3\text{mm}$。

4. 确定毂孔的各几何尺寸公差

直径极限偏差：根据轴径 $d=58\text{mm}$，按键连接的一般情况考虑，轴孔配合选用过渡配合 H7/k6，查表 2-42 孔极限偏差：孔为 50mm，查 H7 的公差值为 0 和 $+0.030\text{mm}$，孔的直径及其极限偏差表达为 $\phi50_{0}^{+0.030}\text{mm}$。

毂槽的宽度 b 极限偏差：查表 2-6 平键键槽剖面尺寸，由键的宽度 $b=16\text{mm}$，查得毂槽的宽度 b 极限偏差为 js9，即：$(16\pm0.021)\text{mm}$。

毂槽的深度极限偏差：查表 2-6 平键键槽剖面尺寸，由键的宽度为 $b=16\text{mm}$，查得毂槽深 $t_2=4.3\text{mm}$，毂槽深 t_2 的公差为 0 及 $+0.2\text{mm}$，但因为毂槽深 t_2 不容易测量，因此一般用内卡尺测$(d+t_2)$，根据表 2-6 平键键槽剖面尺寸中的表中“普通平键键槽的尺寸与公差”注 1：毂槽深用$(d+t_2)$标注，尺寸偏差按相应的 t_2 极限偏差选取，因此为$(d+t_2)_{0}^{+0.2}$，即：$(58+4.3)_{0}^{+0.2}\text{mm}=62.3_{0}^{+0.2}\text{mm}$。

毂孔的所有尺寸及其极限偏差的标注见图 2-2b。

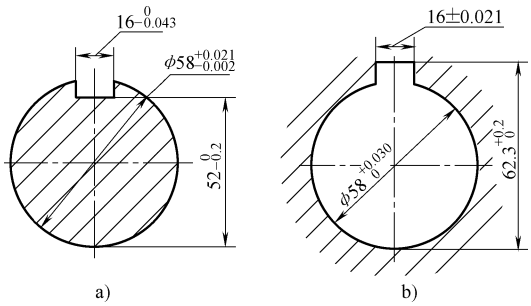


图 2-2　键连接题 2 图答案

题 3：如图 2-3 所示：在一个直径 $d=80\text{mm}$ 的轴端，安装一个钢制圆柱齿轮，齿轮轮毂宽 $L=1.5d$，工作时有轻微冲击，试确定平键的尺寸，并计算该平键能传递的最大转矩。

解：

1. 确定键的剖面尺寸

查表 2-6 平键键槽剖面尺寸，按 $d=80\text{mm}$，选用平键的剖面尺寸：宽和高（$b\times h$）为（22×14）mm。

2. 确定键的长度

因为由题目给出：齿轮轮毂宽 $L=1.5d=1.5\times80\text{mm}=120\text{mm}$，为了使右面的套筒可靠地顶住齿轮，因此取轴段长小于轮毂宽，即取轴段长为 $L=L'-2=118\text{mm}$。考虑键长应小于轴段长，以避免两个有直径过渡的轴截面上，再增加由开键槽产生的应力集中，因此每一边缩进 3mm，初选键长为 $L=(118-6)\text{mm}=112\text{mm}$，查表 2-7 普通平键，标准系列的键长没有 112mm，因此选键长为 $L=110\text{mm}$（标准系列）。

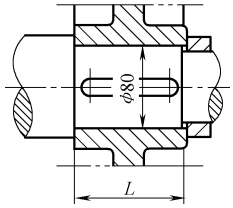


图 2-3　键连接题 3 图

3. 选择键的类型

为了键能在轴上很好的定位，因此选用 A 型键（双圆头），键的工作长度应该是直段长度，去掉两个圆头（即键宽），键的工作长度为：$l=L-b=(110-22)\text{mm}=88\text{mm}$。

4. 计算键的许用转矩

按挤压强度：$\sigma_P=\dfrac{4T}{dhl}\leqslant[\sigma]_P$ 得

$$T_{max}\leqslant([\sigma_P]\times d\times h\times l)/4$$
$$\leqslant(100\times80\times14\times88)/4\text{N}\cdot\text{m}=2464\times10^3\text{N}\cdot\text{mm}$$

式中许用挤压应力 $[\sigma]_P$ 见表 2-2，由题目已知条件：钢制圆柱齿轮，因此齿轮轮毂为钢；按一般规律，取键和轴的材料也是钢，并按静连接、轻微冲击考虑，因此取 $[\sigma]_P=100\text{MPa}$。

题 4：图 2-4 所示为变速箱中的双连滑移齿轮，传递的功率 $P=4\text{kW}$，转速 $n=250\text{r/min}$。齿轮在空载下移动，工作情况良好。轴与毂的键齿面硬度为 30HRC。要求：

1）选花键类型。

2）计算花键尺寸。

3）校核花键连接的强度。

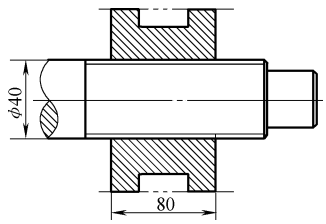


图 2-4　键连接题 4 图

解：

1. 选择花键类型

因为是一般使用条件，因此选择最常使用的、容易加工的、价格便宜的矩形花键，小径定心。已知轴的直径为 $\phi40\text{mm}$，参考表 2-15 矩形花键尺寸、公差和检验，按 $D=40\text{mm}$，花键副为

$$8\times36\frac{\text{H7}}{\text{f7}}\times40\frac{\text{H10}}{\text{a11}}\times7\frac{\text{H11}}{\text{d10}}$$

2. 计算花键尺寸

1）计算平均直径

$$d_{\mathrm{m}}=\frac{d+D}{2}=\frac{36+40}{2}\mathrm{mm}=38\mathrm{mm}$$

2）求齿侧工作高度

$$h=\left(\frac{D-d}{2}\right)-2C=\left(\frac{40-36}{2}-2\times0.2\right)\mathrm{mm}=1.6\mathrm{mm}$$

3. 校核花键连接的强度

1）计算传递的转矩

$$T=(9.55\times10^{6})\times\frac{P}{n}=9.55\times10^{6}\times\frac{4}{250}\mathrm{N\cdot mm}=152800\mathrm{N\cdot mm}$$

2）验算花键的挤压强度。因为是滑移齿轮，因此查表 2-3 花键的许用应力，按动连接查花键的许用压强[p] = 40 ~ 70MPa（空载移动、工况良好，硬度 30HRC），平均压强为

$$p=\frac{T}{\gamma_{\mathrm{m}}hl'k}=\frac{152800/8}{19\times1.6\times60\times0.75}\mathrm{MPa}=13.96\mathrm{MPa}\leqslant[p]=40\sim70\mathrm{MPa}$$

因此连接强度足够。

题 5：设计在下列工况情况下采用普通平键、半圆键以及普通楔键连接所能承受的转矩，并比较其大小：轴的直径 d = 65mm，轮毂长 L' = 88mm，轴毂为静连接。若轮毂与键采用相同的材料，材料的许用挤压应力为 110MPa，摩擦因数 f = 0.15。

解：

1. 采用普通平键连接

（1）确定键的尺寸

按轴径 d = 65mm，查表 2-6 平键键槽剖面尺寸，查得键的剖面尺寸为：$b\times h$ = 18mm × 11mm；按轮毂长 L' = 80mm，查表 2-7 普通平键，考虑键长应小于轮毂长，以避免两个有直径过渡的轴截面上因开键槽产生的应力集中的叠加，因此每一边缩进 4mm，初选键长为 72mm，取接近的平键标准长度系列为：L = 70mm；方头（B 型）工作长度 $l=L$ = 70mm；规定标记为键 B18 × 70 × 18　GB/T 1096。

（2）键所能承受的转矩（按挤压强度）

$$T\leqslant\frac{dhl}{4}[\sigma]_{\mathrm{P}}\leqslant\frac{65\times11\times70}{4}\times110\mathrm{N\cdot mm}\leqslant1.38\times10^{6}\mathrm{N\cdot mm}$$

2. 采用半圆键连接（按挤压强度）

查表 2-13 半圆键键槽的剖面尺寸：选半圆键的截面尺寸为：b = 10mm，h = 13mm，d_1 = 32mm，键长 $L\approx$31.4mm，键的标记：GB/T 1099.1　键 10 × 13 × 32。

键的工作长度为 $l = L = 31.4\text{mm}$，接触高度为：$k = (13 - 10)\text{mm} = 3\text{mm}$，则此半圆键允许传递的最大转矩为

$$T_{\max} \leqslant \frac{(kld[\sigma]_P)}{2} \leqslant \frac{3 \times 3.14 \times 65 \times 110}{2}\text{N} \cdot \text{mm} = 0.337 \times 10^6\text{N} \cdot \text{mm}$$

3. 采用普通楔键连接

（1）确定键的尺寸

查表 2-10 楔键键槽的剖面尺寸及表 2-11 普通型楔键，选择 $b \times h \times L = 18\text{mm} \times 11\text{mm} \times 70\text{mm}$，方头，规定标记为：键 B18 × 70　GB/T 1564。

（2）键所能承受的转矩

因摩擦因数 $f = 0.15$，代入公式计算转矩，即

$$T \leqslant \frac{bl(b + 6fd)}{12}[\sigma]_P \leqslant \frac{18 \times 70 \times (18 + 6 \times 0.15 \times 65)}{12} \times 110\text{N} \cdot \text{mm}$$

$$\leqslant 0.88 \times 10^6\text{N} \cdot \text{mm}$$

从以上计算可知：条件相同时，平键的承载能力最高，其次是楔键，再其次是半圆键。

2. 概念理解及数据速查

题 1：矩形花键的规格为 6 × 26 × 30 × 6，说明含义。

解：查表 2-15 矩形花键尺寸、公差和检验：6 × 26 × 30 × 6 即为 $N \times d \times D \times B$，第一位数字为矩形花键的齿数：即 $N = 6$；第二位数字为矩形花键的内径为 $d = 26\text{mm}$；第三位数字为矩形花键的外径为 $D = 30\text{mm}$；第四位数字为矩形花键的齿宽为 $B = 6\text{mm}$。

题 2：内花键 6 × 26H7 × 30H10 × 6H11　GB/T 1144，说明含义。

解：查表 2-15 矩形花键尺寸、公差和检验：矩形花键的规格为 $N \times d \times D \times B$，即矩形花键的齿数 $N = 6$、内径为 $d = 26\text{mm}$、外径为 $D = 30\text{mm}$、齿宽为 $B = 6\text{mm}$ 的内花键。而 H7、H10、H11 分别代表内径 d、外径 D 和齿宽 B 的公差代号。

题 3：外花键 6 × 26 *f*7 × 30a10 × 6d10　GB/T 1144，说明含义。

解：查表 2-15 矩形花键尺寸、公差和检验：矩形花键的规格为 6 × 26 × 30 × 6，即矩形花键的齿数 $N = 6$、内径为 $d = 26\text{mm}$、外径为 $D = 30\text{mm}$、齿宽为 $B = 6\text{mm}$ 的外花键。而 f7、a10、d10 分别代表内径 d、外径 D 和齿宽 B 的公差代号。

题 4：如题 2、3 所示的矩形内外花键，则该矩形花键副应如何表示？

解：查表 2-15 矩形花键尺寸、公差和检验：矩形花键副的标记为：$6 \times 26\ \frac{\text{H7}}{\text{f7}} \times 30\ \frac{\text{H10}}{\text{a11}} \times 6\ \frac{\text{H11}}{\text{d10}}$　GB/T 1144。

题 5：有一个花键副，齿数为 36，模数为 5mm，30°圆齿根，公差等级为 5 级，

配合类别为 H/h，写出内花键、外花键和花键副的表示方法。

解：查表 2-26 圆锥直齿渐开线花键参数标注，内花键、外花键和花键副的表示方法分别为

内花键：INT　$36z \times 5m \times 30R \times 5H$　GB/T 3478.1—2008

外花键：EXT　$36z \times 5m \times 30R \times 5H$　GB/T 3478.1—2008

花键副：INT/EXT　$36z \times 5m \times 30R \times 5H/5h$　GB/T 3478.1—2008

题 6：有一个花键副，齿数为 40，模数为 2.5mm，内花键为 30°平齿根、公差等级为 6 级；外花键为 30°圆齿根，其公差等级为 5 级，配合类别为 H/h，写出内花键、外花键和花键副的表示方法。

解：查表 2-26 圆锥直齿渐开线花键参数标注，内花键、外花键和花键副的表示方法分别为：

内花键：INT　$40z \times 2.5m \times 30P \times 6H$　GB/T 3478.1—2008

外花键：EXT　$40z \times 2.5m \times 30R \times 5h$　GB/T 3478.1—2008

花键副：INT/EXT　$40z \times 2.5m \times 30P/R \times 6H/5h$　GB/T 3478.1—2008

题 7：有一个花键副，齿数为 22，模数为 2mm，45°圆齿根、内花键公差等级为 6 级、外花键公差等级为 7 级，配合类别为 H/h，写出内花键、外花键和花键副的表示方法。

解：查表 2-26 圆锥直齿渐开线花键参数标注，内花键、外花键和花键副的表示方法分别为：

内花键：INT　$22z \times 2m \times 45 \times 6H$　GB/T 3478.1—2008

外花键：EXT　$22z \times 2m \times 45 \times 7h$　GB/T 3478.1—2008

花键副：INT/EXT　$22z \times 2m \times 45 \times 6H/7h$　GB/T 3478.1—2008

题 8：有一个花键副，齿数为 25、模数为 3.5mm、37.5°圆齿根、公差等级为 6 级、配合类别为 H/h，写出内花键、外花键和花键副的表示方法。

解：查表 2-26 圆锥直齿渐开线花键参数标注，内花键、外花键和花键副的表示方法分别为：

内花键：INT　$24z \times 3.5m \times 37.5 \times 6H$　GB/T 3478.1—2008

外花键：EXT　$24z \times 3.5m \times 37.5 \times 6h$　GB/T 3478.1—2008

花键副：INT/EXT　$24z \times 3.5m \times 37.5 \times 6H/6h$　GB/T 3478.1—2008

题 9：平键连接的工作原理是什么？主要失效形式有哪些？平键的剖面尺寸和键的长度 L 是如何确定的？

解：平键连接中键的上表面与毂不接触，有间隙，侧面与轴槽及轮毂槽间为配合尺寸，两侧面为工作面，靠键与槽的挤压和键的剪切传递转矩；平键连接的主要失效形式为：压溃和磨损，键长由轴段长（或毂宽）确定，即由键所在的阶梯轴的轴段长减掉 3～8mm 左右，目的是为了减少阶梯轴直径变化处截面的应力集中，

然后参考表 2-7 普通平键的键长系列选择接近的标准长度。键宽由键所在轴的截面尺寸即轴径 d 按表 2-6 平键键槽的剖面尺寸选择键的宽度 b 及键高 h。

题 10：当使用单键连接不能满足连接的强度要求时，可采用双键连接，试说明为什么使用两个平键连接时，常设置在同一轴段上相隔 180°布置？采用两个楔键连接时相隔 120 左右？

解：用双键（两个平键）连接时，通常设置在同一轴段上相隔 180°布置，对轴的削弱均匀，并且两键的挤压力对轴平衡，使轴孔对中性好；同时对轴不产生附加弯矩，使轴的受力状态好。

两个楔键连接如果在相距 180°的位置上布置时，键所能传递的转矩与一个键相同，所以应该布置在相距 90°～120°位置，这样连接效果最好。相距越近传递的转矩越大，但是如果相距太近，则对轴的局部削弱过大，会使轴的强度降低太多。

题 11：作平键设计时，按表 2-6 平键键槽的剖面尺寸规定：键宽与轮毂槽宽要选合适的公差配合，而不能取轮毂槽宽大于键宽，这是为什么？

解：作平键设计时，如果取轮毂槽宽大于键宽，或虽然键宽与轮毂槽宽选了公差配合，但是选了间隙配合，这样都是不对的，因为平键是以侧面进行工作而传递转矩的，而且往往是反复的转矩，如按上述两种方法设计，则必将造成轮毂与轴的相对转动，尤其在交变载荷作用下情况更加严重，使键和键槽的侧面反复冲击而破坏。因此，设计时应该使键宽与轮毂槽宽选过渡配合的公差，因为键是标准件，所以选择轮毂槽宽为 JS9 的公差比较合适。

题 12：花键连接和平键连接相比有哪些优缺点？为什么矩形花键和渐开线形花键应用较广，三角形花键多用在什么场合？

解：花键齿数多，总接触面积较大，因而可承受较大的载荷；花键齿槽浅、齿根应力集中小，对轴的强度削弱较小；键齿对称布置。分布均匀，受力均匀。轴上零件与轴的对中性好；导向性好，适合于载荷较大、对定心要求高的连接，适用于动、静连接。因此，在机械制造业中得到了非常广泛的应用。矩形花键制造容易、应用广泛，渐开线花键可用齿轮机床进行加工，工艺性较好，制造精度高，齿根圆角大，应力集中小，易于对心，传递大转矩，因而广泛应用。分度圆压力角 $\alpha = 45°$渐开线花键也称细齿渐开线花键或三角形花键，齿高较小，多用于薄壁容器。

题 13：矩形花键连接有哪几种定心方式？为什么多采用按外径 D 定心？常用于何种场合？按齿侧定心有何利弊？

解：新标准规定为内径定心。制造时，轴和毂上的结合面都要经过磨削，定心精度高，定心稳定性好，表面硬度高于 40HRC。目前生产中，还有按旧标准生产的用外径定心和侧面定心的矩形花键连接。外径定心时，轴、孔加工简单，孔可拉削，但硬度过高，拉不动，一般用于硬度 < 40HRC 的情况。侧面定心精度不高，但载荷分布均匀，承载能力高，但零件易移动，侧面易磨损，使对中性变坏，适于

定心要求不高的重载连接（静连接）。

3. 结构设计及数据速查

题 1：指出图 2-5 所示的平键连接的错误结构，并画出正确的结构。

解：作平键设计时，轮毂槽高与键的顶部设计成没有间隙或配合尺寸都是不对的，如图 2-5 所示。因为键的顶面不是工作面，为了保证键的侧面与轮毂槽宽的配合，键的顶部与轮毂槽顶面不能再配合，必须留出一定的距离，查表 2-6 平键键槽的剖面尺寸，轮毂槽应按 $D+t_2$ 设计，结果如图 2-6 所示。

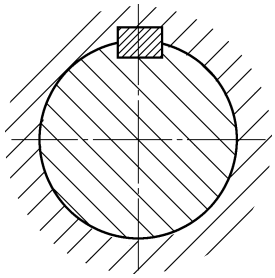


图 2-5　结构设计及数据速查题 1 图

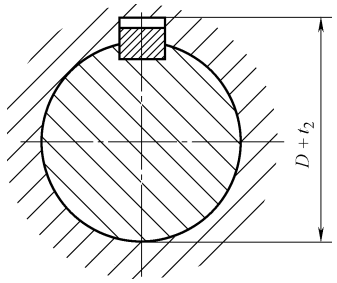


图 2-6　结构设计及数据速查题 1 图解

题 2：指出图 2-7 所示的楔键连接结构中的错误结构，并画出正确的结构。

解：楔键连接是靠楔紧后键的上下面与毂槽之间产生的摩擦力进行工作的，因此键的侧面为非工作面，应与键槽、轮毂槽侧面留有间隙，图 2-7 所示的楔键连接结构没留间隙，没有按照楔键标准查出键和键槽的宽度，因此是错误的。改正后的如图 2-8 所示：即键应与键槽、轮毂槽侧面留有间隙。设计键连接时，应用楔键或切向键要慎重，对于高速、运转平稳性要求很高的场合不宜采用楔键或切向键，从图 2-7 可以看出：因为楔键或切向键是靠楔紧后键的上下面与毂槽之间产生的摩擦力进行工作的，因此造成轴与轮毂的不同心，所以这两种键一般只适用于低速、重载且对运转平稳性要求不高的场合。

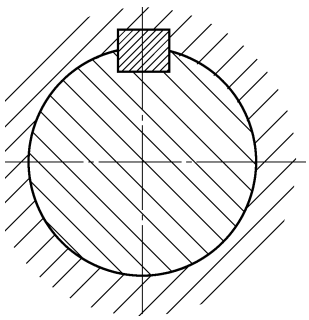


图 2-7　结构设计及数据速查题 2 图

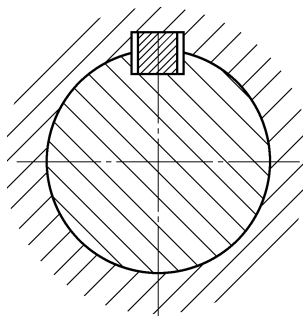


图 2-8　结构设计及数据速查题 2 图解

题 3：一根轴上两处有键槽，如图 2-9 所示的结构有何问题？如有错误请指出，并画出正确的结构。

解：键槽位置的设计时，不应该如图 2-9 所示：在轴的阶梯处开键槽，因为轴的阶梯处的截面是应力集中的主要地方，有圆角和直径过渡两个应力集中源，如果键槽也开在此平面上，则由键槽引起的应力集中也会叠加在此平面上，这个危险截面很快会疲劳断裂。应该将键槽设计到距离轴的阶梯处约 3 ~ 5mm 处，如图 2-10 所示。

一根轴上有两处或几处有键槽，尽量开在同一条母线上，否则如图 2-9 所示的结构不开在同一条母线上时，铣出一个键槽后再加工另一个键槽时，需要重新装夹轴，因此增加了工时和造价。如果改为图 2-10 所示的结构：即将键开在同一条母线上时，轴可以一次装夹即可完成所有键槽的加工，省工时并降低造价。

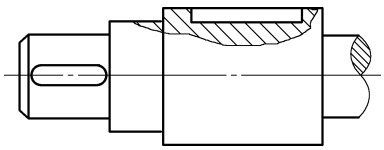


图 2-9　结构设计及数据速查题 3 图

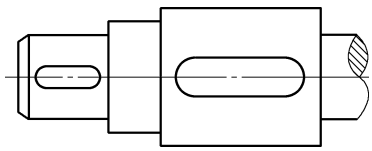


图 2-10　结构设计及数据速查题 3 图解

题 4：如图 2-11 所示：轴上所开的两个斜键位置有何错误？如有错误，请画出正确的结构。

解：在同一根轴上采用两个斜键时，不要如图 2-11 所示的结构，即：使键布置在轴上相距 180°的位置上，因为这样布置键能传递的转矩与一个键相同，应该布置在如图 2-12 所示的位置，即相距 90° ~ 120°效果最好，相距越近传递的转矩越大，但是如果相距太近，会使轴的强度降低太多。

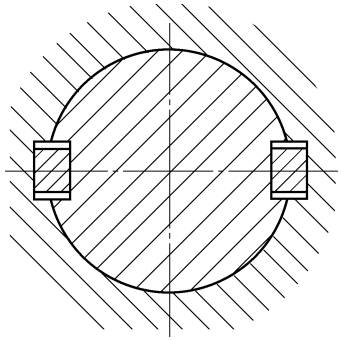


图 2-11　结构设计及数据速查题 4 图

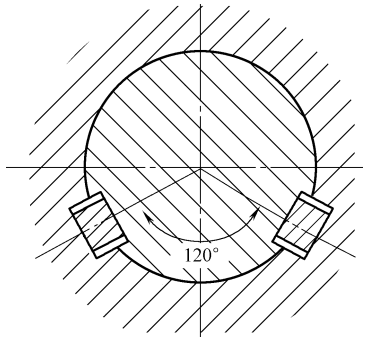


图 2-12　结构设计及数据速查题 4 图解

题 5：如图 2-13 所示：同一根轴上有两个半圆键，位置有何错误？如有错误，

请画出正确的结构。

解：如果在同一根轴上采用两个半圆键时，不应该布置在如图 2-13 所示轴的同一剖面内相距 180°的位置，因为半圆键键槽较深，对轴的削弱较厉害；又因为半圆键的长度较小，应该布置在如图 2-14 所示的位置，即轴的同一母线上更合理。

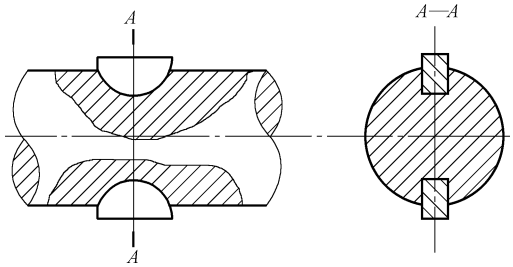


图 2-13　结构设计及数据速查题 5 图

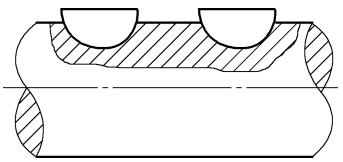


图 2-14　结构设计及数据速查题 5 图解

题 6：如图 2-15 所示：在锥形轴处设计平键连接，有何错误？如有错误，请画出正确的结构。

解：如果在锥形轴处设计平键连接时，一般不设计成如图 2-15 所示的结构，即：将平键设计成与轴的母线相平行，因为如果这样设计，轴不容易定位则键槽的加工就不太方便了。

如果设计成键槽平行于轴线，如图 2-16 所示的结构，则键槽的加工就方便多了，只有当轴的锥度很大（大于 1∶10）或键很长时，或者有一些特殊要求时，才采用键与轴的母线相平行的结构。

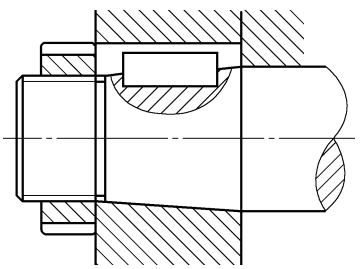


图 2-15　结构设计及数据速查题 6 图

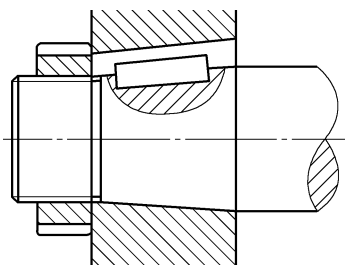


图 2-16　结构设计及数据速查题 6 图解

题 7：如图 2-17 所示：平键被紧定螺钉固定，有何错误？如有错误，请画出正确的结构。

解：设计平键连接时，如果用如图 2-17 所示的结构，即平键连接的零件用紧定螺钉顶在平键上面进行轴向固定，这样做虽然也能固定零件的轴向位置，但是使轴上零件产生偏心。正确的设计应该是再加一个轴向固定的装置，例如图 2-18 所示的圆螺母。

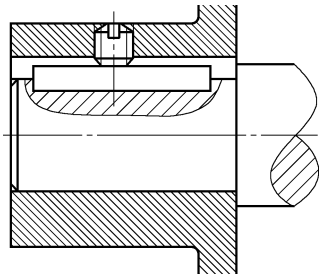


图 2-17　结构设计及数据速查题 7 图

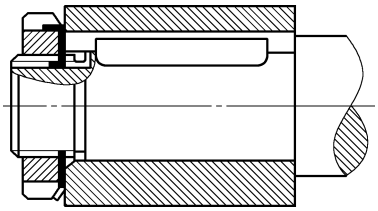


图 2-18　结构设计及数据速查题 7 图解

题 8：三种内径（小径）定心的矩形花键如图 2-19 所示，分析该结构有何错误？说明错误原因，并将正确的结构画出来。

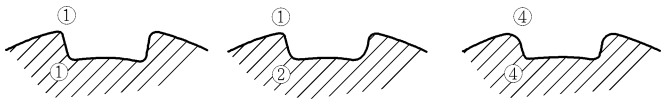


图 2-19　结构设计及数据速查题 8 图

解：图 2-19 中：

图 a）中：①为圆角，与内花键在 90°相交处不能很好贴合。

图 b）中：②为倒角是不合理的，因为与内花键在 90°相交处无法贴合。

图 c）中：虽然有倒角④，但是下边的圆角与内花键在 90°相交处不能很好贴合。

正确的结构应该如图图 2-20 所示：②处为倒角，有利于内花键的装入；同时因为③处有凹槽，因此与内花键在 90°相交处能很好贴合。

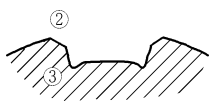


图 2-20　结构设计及数据速查题 8 图解

题 9：如图 2-21 所示：在不通孔内设计键槽的结构，有何错误？如有错误，请画出正确的结构。

解：在不通孔内加工键槽时，不应该设计成如图 2-21 的结构，因为这种设计没有留出退刀槽，无法加工键槽，正确的设计应该如图 2-22 的结构，留出退刀槽。

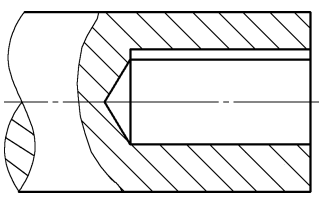


图 2-21　结构设计及数据速查题 9 图

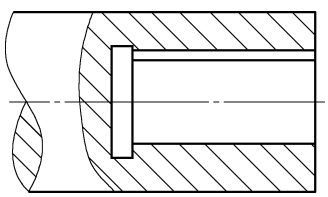


图 2-22　结构设计及数据速查题 9 图解

题 10：说明图 2-23 ~ 图 2 ~ 26 所示的普通平键连接的错误结构，并将正确的结构画出来。

解：图 2-23 的结构错误是：键太短，不好安装轮毂；另外，键太短，其承载能力也小，因此应该由轮毂宽或轴段长来确定键的长度，一般比装键的轴段长短一些，以防止开键槽的应力集中源与阶梯轴圆角的应力集中源都集中在同一个轴截面上，使得应力集中加重，降低轴的疲劳强度。查表 2-6 平键键槽的剖面尺寸、普通平键，选标准键长。

图 2-24 的结构错误是：键无法装入，轮毂槽没开通。

图 2-25 的结构错误是：轮毂槽与键上表面没有间隙，应留有间隙，因为平键是靠侧面进行工作的，平键的侧面与轮毂槽的侧面是过渡配合（一般取 js9），因此键上表面与轮毂槽顶面不应该配合，应留有间隙。

图 2-26 的结构错误是：键太长，超过了装键的轴段长，使左端零件（套筒或齿轮蜗轮等）无法装入。

图 2-23 ~ 图 2-26 改正后的结构见图 2-27。

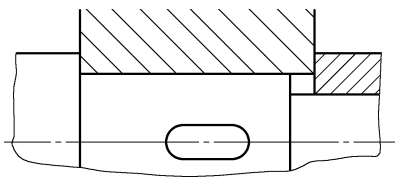


图 2-23　结构设计及数据速查题 10 图（一）

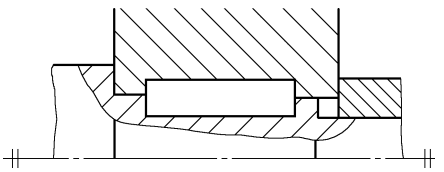


图 2-24　结构设计及数据速查题 10 图（二）

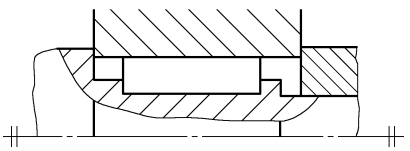


图 2-25　结构设计及数据速查题 10 图（三）

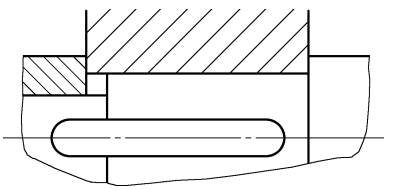


图 2-26　结构设计及数据速查题 10 图（四）

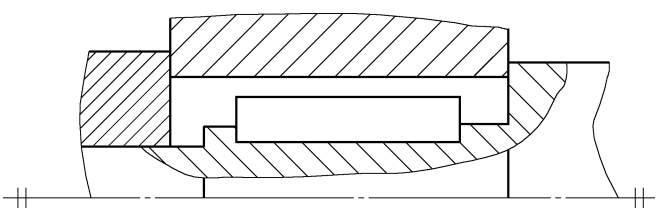


图 2-27　结构设计及数据速查题 10 图解

题 11：改正图 2-28 及图 2-29 所示的楔键连接的错误结构，并说明理由。

解：

图 2-28 的结构错误是：轴上的键槽没有开通，因此楔键无法装入；轴上未开键槽，因此楔键无法装入。

图 2-29 的结构错误是：楔键的小端顶住了轴肩，因此无法楔紧。

改正后的正确结构见图 2-30。

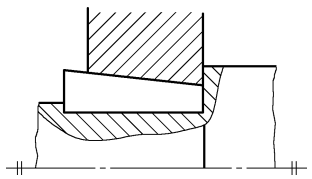


图 2-28　结构设计及数据速查题 11 图（一）

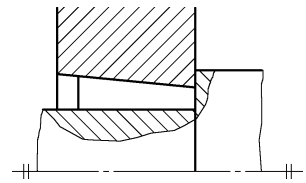


图 2-29　结构设计及数据速查题 11 图（二）

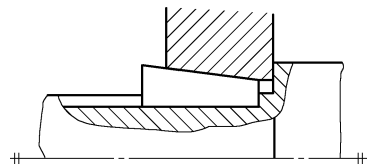


图 2-30　结构设计及数据速查题 11 图解

2.3.2　销连接

1. 设计计算题及数据速查

题 1：用 6 个直径为 4mm 的销作为联轴器连接用的安全销，销材料的许用切应力$[\tau]=260\text{MPa}$，联轴器连接部分的宽度为 $B=40\text{mm}$，如图 2-31 所示。已知传递的功率 $P=14\text{kW}$，转速 $n=160\text{r/min}$，销中心所在圆的直径 $D_0=120\text{mm}$。

1）试根据表 2-27 圆柱销、不淬硬钢和奥氏体钢选择安全销的长度。

2）验算该安全销是否安全。

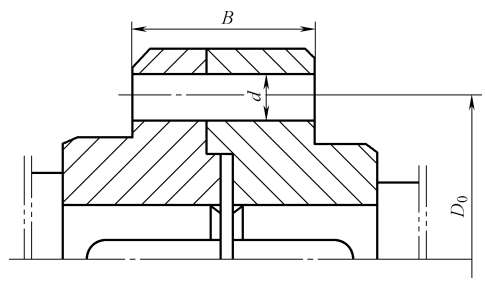


图 2-31　销连接题 1 图

解：

1. 选择安全销的长度

查表 2-27 圆柱销、不淬硬钢和奥氏体钢，根据销的直径为 4mm，因此可能的长度为 8 ~ 40mm；考虑到联轴器连接部分的宽度为 $B = 40\text{mm}$，因此选用 30mm 长的销（长度系列恰好有该长度），表示为：GB/T 119.1　4m6 × 30。

2. 验算该安全销是否安全

1）求轴传递的转矩，即

$$T = 9.55 \times 10^6 \frac{P}{n} = 9.55 \times 10^6 \times \frac{14}{160}\text{N} \cdot \text{mm} = 8.36 \times 10^5\text{N} \cdot \text{mm}$$

2）确定安全销所需的直径，即

$$d \geqslant \sqrt{\frac{8T}{D_2 Z \pi [\tau]}} \geqslant \sqrt{\frac{8 \times 8.36 \times 10^5}{120 \times 6 \times \pi \times 260}}\text{mm} \geqslant 3.37\text{mm}$$

3）比较强度

题目给出已知销的直径为 4mm，强度计算需要最小直径为 3.37mm，因此强度足够，销不会被剪断。

题 2：某轮毂用销连接：销 GB/T 119.1—2000　8m6 × 50 作为连接轴与套筒的连接件，采用的两种销连接方案，如图 2-32 所示：已知传递转矩 $T = 150\text{N} \cdot \text{m}$。轴直径 $D = 30\text{mm}$，套筒外径 $D_1 = 46\text{mm}$，试计算两种销连接方案中，销所受的应力各为多少？并进行分析比较。

解：

1）GB/T 119.1—2000　8m6 × 50 表示公称直径 $d = 8\text{mm}$，公差为 m6，公称长度为 $l = 50\text{mm}$，材料为钢，不经淬火、不经表面处理的圆柱销。

采用图 2-32a 方案时：

切应力：$\tau = \dfrac{4F}{m\pi d^2} = \dfrac{4 \times 10^4}{2 \times \pi \times 64}\text{MPa} = 99.5\text{MPa}$

挤压应力：$\sigma_{\text{P}} = \dfrac{F}{md\dfrac{(D_1 - D)}{2}} = \dfrac{10^4}{2 \times 8\left(\dfrac{46 - 30}{2}\right)}\text{MPa} = 78.13\text{MPa}$

2）采用图 2-32b 方案时：

圆周力：$F = \dfrac{2T}{D} = \dfrac{2 \times 150 \times 10^3}{30}\text{N} = 10^4\text{N}$

切应力：$\tau = \dfrac{F}{dL} = \dfrac{10^4}{8 \times 50}\text{MPa} = 25\text{MPa}$

挤压应力：$\sigma_{\text{P}} = \dfrac{2F}{dL} = \dfrac{2 \times 10^4}{8 \times 50}\text{MPa} = 50\text{MPa}$

3. 方案比较

显然图 2-32b 方案较图 2-32a 方案中销所受到的应力要小，较为合理。

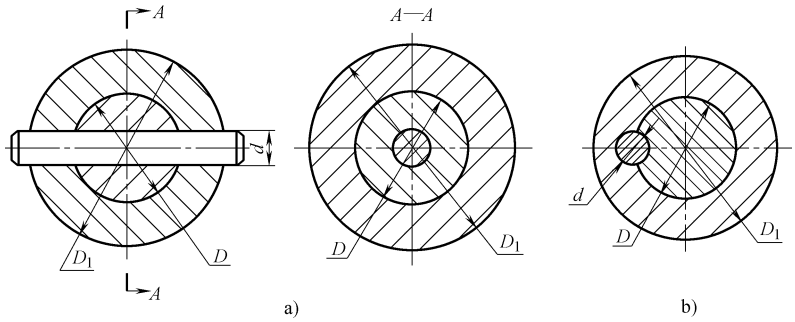


图 2-32　销连接题 2 图

2. 结构设计及数据速查

题 1：如图 2-33 所示为 45 钢淬火的两个零件，需要放一个定位销，定位销孔的结构如图所示，两个零件的厚度如图，该结构是否合理？如不合理，请说明原因，并给出正确的结构，按 GB/T 119. 2—2000 选出适当的销。

解：

图 2-33 所示为定位销孔的结构图，所示的结构是错误的，因为定位销孔与接合面不垂直不容易加工，销钉的位置不易保持精确，定位效果较差。

正确的结构是：如图 2-34 所示的结构，即：定位销应垂直于接合面，销钉的位置易保持精确，定位效果好，结构就比较合理。所以得出结论：定位销必须与接合面垂直。

查表 2-6 圆柱销不淬硬钢和奥氏体不锈钢：被连接件材料为淬火钢、厚度为 30mm，因此选：销 GB/T 119. 2　8 × 30，即表示公称直径 $d = 8$mm，公差为 m6，公称长度为 $l = 30$mm，材料为钢，普通淬火（A 型）、表面氧化处理的圆柱销。

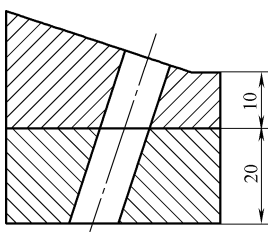


图 2-33　结构设计及数据速查题 1 图

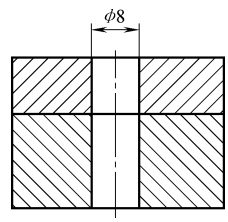


图 2-34　结构设计及数据速查题 1 图解

题 2：如图 2-35a 所示为两种不同材质的销钉孔结构设计，该设计是否合理？如不合理，请说明原因，给出正确的方案，并选择销钉。

解：

图 2-35a 所示的销钉孔的结构设计是错误的，原因是淬火零件淬火后硬度太高，销钉孔无法与铸铁配钻、铰，因此销钉孔必须配作，如图 2-35b 所示的结构。

正确的设计是：如果改成如图 2-35b 所示的结构，即：可以在淬火件上先作一个较大的孔（大于销钉直径），淬火后，在孔中装入由软钢制造的环形件 A，此环与淬火钢件作过盈配合。再在件 A 孔中进行配钻、铰（装配时，件 A 的孔小于销钉直径），就比较合理了。所以得出结论：零件淬火后硬度太高，销钉孔不能配钻、铰。

查表 2-27 圆柱销不淬硬钢和奥氏体不锈钢：根据被连接件厚度为 50mm、直径为 10mm，因此选：销 GB/T119. 1　10 × 50，即表示公称直径 d = 10mm，公差为 m6，公称长度为 l = 50mm，材料为钢，不经淬火、不经表面处理的圆柱销。

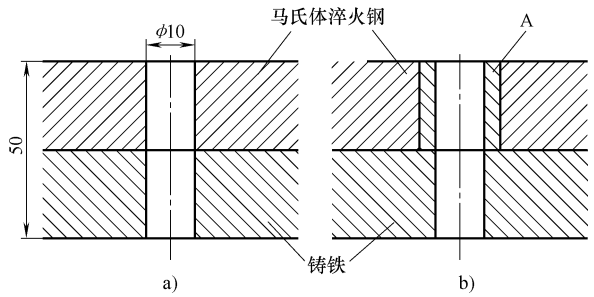


图 2-35　结构设计及数据速查题 2 图

第 3 章　铆接、焊接、胶接和过盈连接

3.1　铆接基本设计理论及设计方法

3.1.1　铆接原理及应用

利用铆钉把两个以上的被铆件连接在一起的不可拆连接，称为铆钉连接。铆接主要由连接件、铆钉和被连接件组成，有的还有辅助盖板等。这些基本元件所形成的连接部分统称为铆缝。

铆接分冷铆和热铆两种。热铆紧密性好，钉杆与钉之间有间隙，不能参与传力。冷铆时钉杆镦粗，胀满钉孔，钉杆与钉孔之间无间隙。直径大于 10mm 的钢铆钉加热到 1000 ~ 1100℃进行热铆，钉杆上的单位面积锤击力为 650 ~ 800MPa。直径小于 10mm 的钢铆钉和塑性较好的非铁金属、轻金属及合金制造的铆钉，常用冷铆。铆接在建筑、锅炉制造、铁路桥梁和金属结构方面均有应用。铆接的主要特点是：工艺简单、连接可靠、抗振、耐冲击。与焊接相比其缺点是：结构笨重，铆孔削弱被连接件截面强度 15% ~20%，铆接操作劳动强度大，噪声大，生产效率低。因此，铆接经济性和紧密性不如焊接。

热铆是最常用的铆接方法，热铆是铆钉在红热时铆合，冷却后由于钉杆的纵向收缩，把被铆件压紧；由于钉杆的横向收缩，在钉杆与孔壁间产生少许间隙。被铆件被铆钉头压紧，载荷横向力就靠相伴而生的摩擦力来传递。热铆铆接的力—变形曲线见图 3-1，图中 *AB* 段的工作情况如图 3-2a 所示。当横向力超过铆缝中可能产生的最大摩擦力时，被铆件发生相对滑动，而钉杆两侧将分别与两被铆件的孔壁接触，于是有一部分载荷将通过杆孔互压来传递，如图 3-2b 所示，即图 3-1 中 *CD* 段的工作情况。其中 *BC* 为滑移台阶，*D* 为破坏发生点。

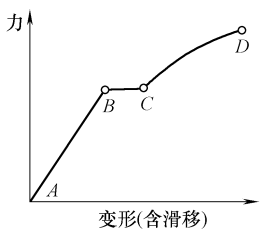


图 3-1　热铆铆接的力—变形曲线

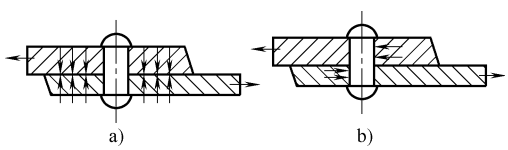


图 3-2　铆钉受力情况

3. 1. 2　铆缝的破坏形式

1. 铆缝和铆钉

（1）铆缝

铆钉和被铆件铆合部分一起构成铆缝，铆缝的结构形式很多，根据铆缝的性能分为以下三种：

1）强固铆缝。即以强度为基本要求的铆缝，例如起重设备的机架、建筑结构的铆缝以及飞机框架等结构用的铆缝。

2）强密铆缝。指不但要有足够的强度，而且要求保证良好的紧密性的铆缝，例如蒸汽锅炉、压缩空气储存器等承受高压的容器的铆缝。

3）紧密铆缝。仅以紧密性为基本要求的铆缝，多用于一般的流体储罐和低压管道等。

（2）铆钉

铆钉分实心的和空心的两种，空心铆钉用于受力较小的薄板或非金属零件的连接。

在铆接结构中，被铆件通常是低碳钢或铝合金型材或板材；在机器中，被铆件有时则是各种不同材料的成形零件。

铆钉的类型是多种多样的，大部分已经标准化了，使用时可查有关标准。机械中常用的铆钉在铆接后的形状主要表现在铆钉头部的形状，其材料、结构尺寸等可查有关标准。

2. 铆缝的破坏形式

如图 3-1 所示：如果外载荷继续增大并超过一定限度（即图中的 D 点），将使铆缝损坏，主要的可能损坏是：

1）被铆件沿被钉孔削弱的截面拉断，如图 3-3a 所示。

2）被铆件孔壁被压溃，如图 3-3b 所示。

3）铆钉被剪断，如图 3-3c 所示。

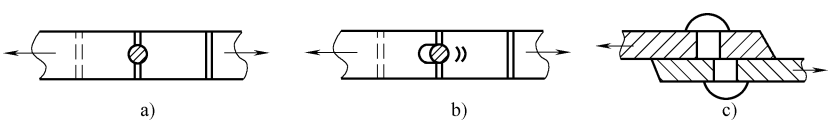


图 3-3　铆接的失效图

冷铆铆接要求铆合后，钉杆胀满钉孔，其力—变形曲线与图 3-1 所示的曲线相似，但无滑移台阶。

对于强密铆缝，滑移将破坏连接的紧密性，所以防滑条件是衡量连接工作能力的准则。防滑能力的大小与铆合技术的好坏有密切关系。对于强固铆缝，虽少量滑移不致影响连接质量，但也要在工艺上采取措施，力图避免滑移，或使滑移减至最小。

3.1.3　铆接铆缝的设计计算方法概述

铆缝的设计计算应根据承载的具体情况，参照有关技术规范，选出合适的铆缝类型及铆钉规格，再进行铆缝的结构设计，分析铆缝受力时可能的破坏形式，并进行必要的强度校核。例如：针对铆接的被铆件孔壁被压溃以及铆钉被剪断等失效形式，建立相应的强度条件，关于挤压强度条件、剪切强度条件等可参考材料力学中的相关公式进行计算。

以如图 3-4 所示的单排搭接铆缝为例，说明铆接计算方法，设铆钉数为 z 个，钉距为 t，被铆件厚为 δ，所受横向力为 F，该铆缝可能的失效形式为：被铆件沿被钉孔削弱的截面拉断；被铆件孔壁被压溃；铆钉被剪断。因此进行如下计算。

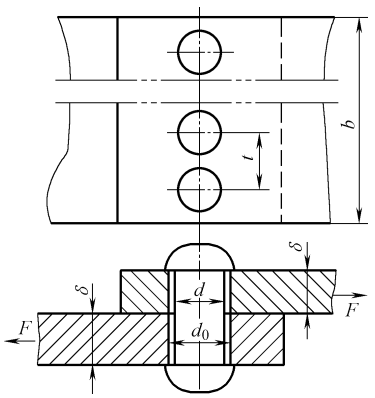


图 3-4　单排搭接铆缝实例

（1）铆钉的剪切承载力计算

由铆钉不被剪断的强度条件，求得铆钉允许承受的横向载荷为

$$F_1 = \frac{\pi}{4} d^2 z[\tau]$$

式中　d——铆钉直径（mm）；

z——铆钉个数；

$[\tau]$——铆钉的许用切应力（MPa）（见表 3-6）；

F_1——铆钉允许承受的横向载荷（N）。

（2）钉孔的挤压承载力计算

由被铆件上孔壁的挤压强度条件，求出被铆件允许承受的压力为

$$F_2 = z d_0 \delta [\sigma_P]$$

式中　d_0—— 铆钉孔直径（mm）；

z——铆钉个数；

δ——被铆件厚度（mm）；

$[\sigma_P]$——被铆件的许用挤压应力（MPa）（见表 3-6）；

F_2——被铆件允许承受的压力（N）。

（3）板的拉伸承载力计算

由被铆件的拉伸强度条件可求得铆缝承受的静载荷为

$$F_3 = (b - zd_0)\delta[\sigma]$$

式中　b——被铆件的宽度（mm）；

z——铆钉个数；

d_0——铆钉孔直径（mm）；

δ——被铆件厚度（mm）；

$[\sigma]$——被铆件的许用拉应力（MPa）（见表 3-6）；

F_3——允许铆缝承受的静载荷（N）。

3.2　焊接基本设计理论及设计方法

利用局部加热或加压，或两者并用，使工件产生原子间结合的连接方式，称为焊接，焊接是一种最常用的不可拆连接方式。

3.2.1　焊接类型、特点及应用

1. 焊接的类型

根据接头的状态，焊接可归纳为三个基本类型，即：熔融焊、压力焊和钎焊，其中熔融焊中的电弧焊应用最广。电弧焊是在焊接时将焊条与被焊接金属件的结合部位加热至融化状态，待冷却后即凝成一体。

2. 焊接常用材料

焊接的金属结构常用材料为 Q215、Q235、Q255；焊接的零件则常用 Q275、15～50 号碳钢以及 50Mn、50Mn2、50SiMn2 等合金钢。在焊接中，广泛使用各种型材、板材及管材。

焊条的种类很多，常用的焊条型号为 E4301、E4303、E5001、E5003 等。型号中的前两位数字表示熔敷金属的最低抗拉强度。

3. 焊接的应用

焊接的应用非常广泛，可用于钢、铸钢、铜合金、铝合金等材料的焊接。尤其对于单件生产的零件，用焊接代替铸件，不仅重量轻、制造周期短，而且无需木模和铸造设备，大大降低了成本。对于箱体、容器等结构零件，用焊接的方法代替铆接，使工艺简单、强度高、金属用量少。

3.2.2　焊缝的受力及焊接件设计要点

1. 焊缝的受力及破坏形式

焊接时形成的接缝叫做焊缝。常见焊缝为角焊缝和对接焊缝。角焊缝又分为正面角焊缝、侧面角焊缝和混合角焊缝。

对接焊缝主要用来承受作用于被焊件所在平面内的拉（压）力或弯矩，其正常的破坏形式是沿焊缝断裂。

正面角焊缝通常只用来承受拉力，侧面角焊缝及混合角焊缝可用来承受拉力或弯矩。它们的正常破坏形式均认为是由于剪切而破坏的。

2. 焊接的结构工艺

1）应根据被焊接件的厚度制成不同的坡口，目的是避免未焊透或缺焊。

2）焊缝的长度应按实际结构的情况尽可能取得短些或分段进行焊接，目的是减少冷却收缩产生的残余应力，并应避免焊缝交叉。

3）焊接工艺上应采取措施，使构件在冷却时能有微小自由移动的可能；焊后应经热处理（如退火），以消除残余应力。

4）在焊接厚度不同的对接板件时，应将较厚的板件沿对接部位平滑辗薄，使对接焊缝不宜凸起，以利焊缝金属匀称熔化和承载时的力流得以平滑过渡。

3. 焊接件设计要点

1）恰当地选择母体材料及焊条。

2）根据被焊接件的厚度选择接头及坡口的型式。

3）合理布置焊逢及焊逢长度。

4）正确安排焊接工艺。

5）对特别重要的焊逢，必须按照行业规范校核，焊接后进行质量检查。

3.3 胶接基本理论及设计方法

胶接是利用胶粘剂在一定条件下把预制的元件连接在一起，并具有一定的连接强度的不可拆连接。

3.3.1 胶接特点及应用

1. 胶接的特点和应用

在机械制造中采用胶接的金属构件，还是近 30 年来发展的一门新兴工艺。

胶粘剂的品种很多，基本组合成分为：环氧树脂、环氧树脂-酚醛树脂、酚醛树脂、聚酰胺-环氧树脂、丙烯酸酯树脂、聚酰亚胺等。

与铆接、焊接比较，胶接有许多显著优点：

1）适用范围广，能连接同类或不同类的、软的或硬的、脆性的或韧性的、有机的或无机的各种材料，特别是异种材料连接，如金属与玻璃、陶瓷、橡胶、塑料等的连接。

2）胶接能够减轻重量。有资料报道，一架重型轰炸机用胶接代替铆接，重量可下降 34% 。

3）胶接要求的工艺、设备简单，操作方便。

4）胶接件表面光滑，密封性好，且防腐蚀。

5）胶接可获得某些特殊性能，如绝缘、绝热、导热、导磁、抗振、填充发泡等。

6）胶层有缓冲减振作用。

7）有密封作用。

8）能改变母体的材料组织，冷却时没有翘曲和变形。

9）力分布均匀，耐疲劳、蠕变性能好。

10）密封性比铆接可靠。

11）工作温度范围较大。

12）满足防锈、绝缘、透明等特殊要求。

由于胶接具有许多优点，所以在许多领域，胶接已逐渐替代焊接、铆接及螺栓连接。但胶接还存在一些不足，例如：

1）胶接强度与高强度被连接件材料强度相比，强度还不够高；有的胶粘剂胶接工艺较为复杂。

2）胶接件的缺陷无完善可靠的无损检验方法。

3）胶粘剂的抗高、低温能力有限，在光、热、空气作用下会老化等，因此可靠程度和稳定性受环境因素的影响较大。

由于以上缺点，所以胶接应用受到一定的限制。但实践证明，机械连接与金属胶粘剂组合使用，如胶-铆、胶-焊、胶-螺纹等的连接，能显著提高抗疲劳性能。

2. 胶粘剂简介

胶粘剂可分为两大类，即结构用胶粘剂和非结构用胶粘剂。

（1）结构用胶粘剂

结构用胶粘剂适于在承受较大载荷的条件下使用，如在钢制基板上胶接制动片和蜂窝结构用的胶粘剂等。这类胶粘剂能够经受温度的变化和化学介质的作用，而不降低其性能。最常用的有热固性树脂类的酚醛树脂、环氧树脂、聚酰亚胺、双马来酰亚胺树脂和有机硅树脂等。

（2）非结构用胶钻剂

非结构用胶钻剂不能承受较大的载荷，主要作为某些部件的定位之用，如产品标牌的粘固、垫片的固定等。常用的有乙烯基树脂、丙烯酸酯树脂、橡胶胶粘剂等。

一般来讲，定型的胶粘剂，特别是结构用胶都是两种以上组分的混合物，以一种基本组分为主体，以其他组分调整胶粘剂的性质。如在热固性树脂中加入适量的热塑性树脂，以减少其脆性；加入金属粉末和其他填料，可以显著改善胶接接头的力学性能，如弹性模量、抗冲击性、耐热性等。

3.3.2　胶接接头的主要型式

按被胶接构件间的相对位置，胶接接头的主要型式可分为对接（见图 3-5a）、搭接（见图 3-5b）、和 T 形（见图 3-5c）三种型式的接头。对接胶接缝一般承受拉应力；搭接胶接缝主要承受切应力；T 形接头胶接缝一般承受弯曲应力及拉应力为多，三种常用的胶接接头型式如图 3-5 所示。

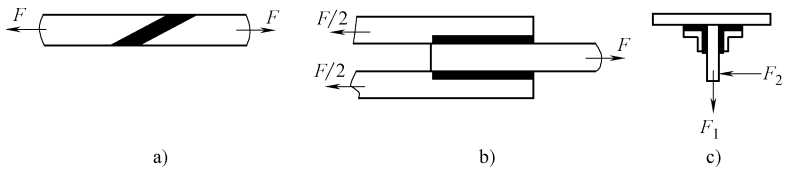


图 3-5　胶接接头的三种型式

3.3.3　胶接的结构设计要点

1）根据工作要求正确选择胶粘剂。
2）根据被连接件的尺寸等合理选择接头的型式。
3）恰当地选择工艺参数。
4）尽量使胶接缝受剪或拉伸，避免受扯离载荷。
5）从结构方面采取措施防止剥离。
6）尽量减小胶接缝处的应力集中。
7）在有较大的冲击、振动场合，在胶接面间应当增加缓冲减振材料。

3.4　过盈连接基本理论及设计方法

过盈连接是利用过盈量 δ 使包容件（一般是轮毂）和被包容件（一般是轴）形成一体的一种固定连接的方式，它的主要应用场合为轴毂连接。

3.4.1　过盈连接的原理与特点

过盈连接的原理：过盈连接是利用包容件与被包容件的径向变形使配合面间产生很大压力，从而靠摩擦力来传递载荷。

两个被连接件的径向变形是靠包容件和被包容件本身的过盈配合来实现的。其配合表面通常为圆柱面，也可为圆锥面。这种连接能传递载荷的原因在于零件具有弹性和连接具有装配过盈。工作时，装配后包容件和被包容件的径向变形使配合面

间产生了很大的径向压力，靠径向压力所产生的摩擦力来传递载荷。载荷可以是轴向力、转矩或两者的组合，有时也可以是弯矩，例如曲柄和轴的连接，连接的摩擦力或力矩也称为固持力。

过盈连接的特点：过盈连接构造简单，定心性好，承载能力高，抗振性好。缺点是装配困难，对配合尺寸精度要求较高。

过盈连接的类型：过盈连接可分为无辅助件和有辅助件两种，无辅助件较为常用，例如：轴与轮毂连接、轮圈与轮心的连接及滚动轴承与轴及座孔的连接等。

3.4.2　过盈连接的装配方法

过盈连接的装配方法可分为以下两种：

1）压入法：利用压力机将被包容件压入包容件中，由于压入过程中表面微观不平度的峰尖被擦伤或压平，因而降低了连接的紧固性。

2）温差法(即胀缩法)：通过加热包容件或冷却被包容件，使之既便于装配，又可减少或避免损伤配合表面，在常温下即达到牢固地连接。这种装配方法不易擦伤配合表面，连接固持力大，连接牢固，承载能力高，用于连接质量要求高的场合。

加热方法：电加热或油加热。冷却方法：液态空气（－194℃）或固态二氧化碳（－79℃）。

过盈连接一般不可拆，但过盈量不大时，经适当的方法也可拆开。但是经过多次拆装后，配合面受到严重损伤。

3.4.3　过盈连接的设计计算

过盈连接在装配后，由于包容件与被包容件的径向变形，使配合面间产生很大压力。工作时就依靠配合面间的摩擦力来传递载荷。过盈量越大，连接的强度也越大，所能传递的载荷就越大。

过盈连接主要用来承受轴向力或传递转矩，或者同时兼有以上两种作用。

为了保证过盈连接的工作能力，强度计算包括两方面内容：一方面是在已知载荷的情况下，计算配合面间所需的压力和产生这个压力所需的最小过盈量，也就是连接的强度计算；另一方面，是在选定的标准过盈配合下，校核连接的各个零件在最大过盈量时的强度，也就是连接件本身的强度计算。

1. 配合面所需的径向压力

过盈连接在保证外载荷作用下零件之间不发生相对滑动的最小径向压力为

$$p \geqslant \frac{\sqrt{F^2 + \left(\frac{2T}{d}\right)^2}}{\pi dlf}$$

式中　p——配合面所需的径向压力（MPa）；

F——需要传递的轴向力（N）；

T——需要传递的转矩（N·mm）；

d——配合面的公称直径（mm）；

l——配合面的长度（mm）；

f——配合面间的摩擦因数。

2. 所需的最小有效过盈量

（1）温差法（即胀缩法）

在已知径向压力时，采用温差法（即胀缩法）过盈连接所需的过盈量为

$$\Delta_{\min}=pd\left(\frac{c_1}{E_1}+\frac{c_2}{E_2}\right)\times 10^3$$

$$c_1=\frac{d^2+d_1^2}{d^2-d_1^2}-\mu_1 \qquad c_2=\frac{{d_2}^2+d^2}{{d_2}^2-d^2}-\mu_2$$

式中　$\Delta_{\min}$——所需的最小过盈量（μm）；

E_1——被包容件材料的弹性模量（MPa）；

E_2——包容件材料的弹性模量（MPa）；

μ_1——被包容件材料的泊松比；

μ_2——包容件材料的泊松比；

c_1——被包容件的刚性系数；

c_2——包容件的刚性系数；

d_1、d_2——被包容件的内径和包容件的外径（mm）。

（2）压入法

采用压入法装配时，为保证固持力，设计的过盈量应增加到

$$\delta_{\min}=\Delta_{\min}+0.8\ (R_{z1}+R_{z2})$$

式中　$\delta_{\min}$——压入法装配时所需的最小过盈量（μm）；

R_{z1}、R_{z2}——被包容件和包容件表面微观不平度的十点高度（μm）。

根据所选的标准过盈配合种类，可以查出或算出最大过盈量 $\delta_{\max}$，因此能够求出最大径向压力 $p_{\max}$ 为

$$p_{\max}=\frac{\delta_{\max}}{d\left(\dfrac{c_1}{E_1}+\dfrac{c_2}{E_2}\right)\times 10^3}$$

上式求出的最大径向压力 $p_{\max}$ 没有计入离心力的影响，并且只适用于弹性变形范围，不适用于塑性变形范围。

3. 强度计算

以上的计算能够保证连接的强度，连接件本身的强度应按厚壁圆筒强度的计算

方法进行校核计算。

（1）脆性材料

如果包容件或被包容件是脆性材料，则主要失效形式是包容件或被包容件内表层断裂，根据第一强度理论可得强度校核公式为

对被包容件：
$$p_{\max} \leqslant \frac{d^2 - d_1^2}{2d^2} \times \frac{\sigma_{b1}}{2 \sim 3}$$

对包容件：
$$p_{\max} \leqslant \frac{d_2{}^2 - d^2}{d_2^2 + d^2} \times \frac{\sigma_{b2}}{2 \sim 3}$$

式中　σ_{b1}——被包容件材料的压缩强度（MPa）；

σ_{b2}——包容件材料的抗拉强度（MPa）。

（2）塑性材料

如果包容件或被包容件是塑性材料，则主要失效形式是发生塑性变形，应按第三强度理论检验其承受最大应力的表层是否处于弹性变形范围内。不出现塑性变形的校核公式为

对被包容件内表层：
$$p_{\max} \leqslant \frac{d^2 - d_1^2}{2d^2}\sigma_{s1}$$

对包容件内表层：
$$p_{\max} \leqslant \frac{d_2^2 - d^2}{\sqrt{3d_2^4 + d^4}}\sigma_{s2}$$

式中　σ_{s1}——被包容件材料的屈服强度（MPa）；

σ_{s2}——包容件材料的屈服强度（MPa）。

当过盈连接的配合部位径向压力很大而有可能进入塑性变形范围时，应按上式进行检验，以判断连接是否仍然可以正常工作。

4. 过盈连接的装拆力

采用压入法装配时需计算最大压入力为
$$F_i = \pi f d l p_{\max}$$

同时应计算最大压出力为
$$F_0 = (1.3 \sim 1.5) F_i = (1.3 \sim 1.5) \pi f d l p_{\max}$$

根据所得的装拆力选择压力机的容量。

5. 装配温度

采用温差法（即胀缩法）装配时需要计算包容件的加热温度 t_2 和被包容件的冷却温度 t_1，计算公式为
$$t_2 = \frac{\delta_{\max} + \Delta_0}{\alpha_2 d \times 10^3} + t_0$$

$$t_1 = -\frac{\delta_{max} + \Delta_0}{\alpha_1 d \times 10^3} + t_0$$

式中　δ_{max}——所选的标准配合在装配前的最大过盈量（μm）；

Δ_0——最小装配间隙（μm）；

d——配合的公称直径（mm）；

α_1、α_2——被包容件和包容件材料的线胀系数；

t_0——装配温度（℃）。

6. 直径变化

在过盈连接中，当被包容件装入包容件后，包容件的外径要增大，被包容件的内径要缩小。如果包容件的外径和被包容件的内径还需保证具有一定的公差，例如需要与其他零件配合时，则需计算包容件外径的最大胀大量 $\Delta\delta_{2max}$（mm）和被包容件的内径最大缩小量 $\Delta\delta_{1max}$（mm），计算公式为

$$\Delta\delta_{2max} = \frac{2p_{max}d_2d^2}{E_2(d_2^2 - d^2)}$$

$$\Delta\delta_{1max} = \frac{2p_{max}d_1d^2}{E_1(d^2 - d_1^2)}$$

7. 结论

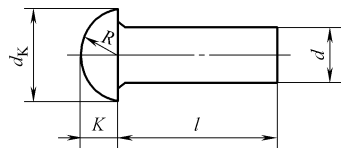
过盈连接设计的难点在于确定相配合零件的过盈量。相配合零件的最小过盈量应保证在传递外载荷时零件之间不发生相对滑动。如果用压入法装配，还必须计入配合表面压入时擦伤而使过盈量的减少。相配合零件的最大过盈量受到被连接件的强度条件限制，对塑性材料零件不产生塑性变形，对脆性材料零件不产生裂纹。

3.5　铆接、焊接、胶接和过盈连接的设计数据

3.5.1　铆接的设计数据

1. 半圆头铆钉的尺寸规格（见表 3-1）

表 3-1　半圆头铆钉的尺寸规格　　（单位：mm）



这是应用最广的一种铆接用紧固件。用于锅炉、容器、桥梁和桁架等钢结构上作铆接用紧固件。铆接的特点是不可拆卸的，如要把两个被铆接件分开，必须把铆钉破坏掉。精制钢钉表面粗糙度较小，尺寸精度较高，用于对尺寸精度和表面状况要求较高的场合

（续）

标记示例：

公称直径 $d=16$mm、公称长度 $l=60$mm、材料为 BL2 钢、不经表面处理的半圆头铆钉的标记为：铆钉 GB/T 863.1 16×60

公称直径 $d=16$mm、公称长度 $l=40$mm、材料为 BL2 钢、不经表面处理的半圆头铆钉的标记为：铆钉 GB/T 867 16×40

半圆头铆钉（粗制）尺寸规格（GB/T 863.1—1986）

	公称	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36
d	max	12.3	14.3	16.3	18.3	20.35	22.35	24.35	27.35	30.35	36.4
	min	11.7	13.7	15.7	17.7	19.65	21.65	23.65	26.65	29.65	35.6
d_K	max	22	25	30	33.4	36.4	40.4	44.4	49.4	54.8	63.8
	min	20	23	28	30.6	33.6	37.6	41.6	46.6	51.2	60.2
K	max	8.5	9.5	10.5	13.3	14.8	16.3	17.8	20.2	22.2	26.2
	min	7.5	8.5	9.5	11.7	13.2	14.7	16.2	17.8	19.8	23.8
$R\approx$		11	12.5	15.5	16.5	18	20	22	26	27	32
l①商品规格范围		20～90	22～100	26～110	32～150		38～180	52～180	55～180		58～200

半圆头铆钉尺寸规格（GB/T 867—1986）

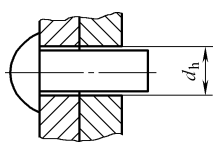
d 公称（max）		1.4	1.6	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14	16
d_{Kmax}	A 型	2.6	3.0	3.7	4.6	5.45	7.25	9.1	10.8	14.4	16	19	25	32
	B 型	2.7											26	31.5
K_{max}		0.9	1.1	1.3	1.6	1.95	2.55	3.15	3.75	5.0	7.4	8.4	10.9	13.9
$R\approx$		1.4	1.6	1.9	2.5	2.9	3.8	4.7	5.7	7.5	9	11	13	15.5
l①公称范围	A 型	3～6	3～8	3～10	3～12	4～16	5～20	6～25	8～30	10～40	12～40	16～40	20～40	25～40
	B 型			4～10	4～12	5～16	6～20	8～25						

注：尽可能不采用括号内的规格。

① 公称长度系列为（单位为 mm）：3、4、5、6～12（2 进级）、16、20～30（2 进级）、32、35、38、40、42、45、48、50、52、55、58、60～100（5 进级）、100～200（10 进级）。

2. 铆钉用通孔直径（见表 3-2）

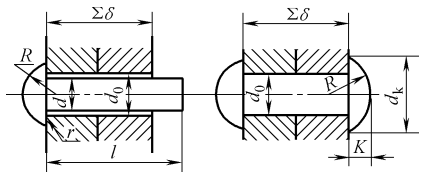
表 3-2　铆钉用通孔直径（GB/T 152.1—1988）　　（单位：mm）



铆钉公称直径 d		0.6	0.7	0.8	1	1.2	1.4	1.6	2	2.5	3	3.5	4	5	6	8
d_h 精装配		0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	5.2	6.2	8.2
铆钉公称直径 d		10	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36				
d_h	精装配	10.3	12.4	14.5	16.5	—	—	—	—	—	—	—				
	粗装配	11	13	15	17	19	21.5	23.5	25.5	28.5	32	38				

3. 半圆头铆钉长度的选择（见表 3-3）

表 3-3　半圆头铆钉长度的选择　　（单位：mm）



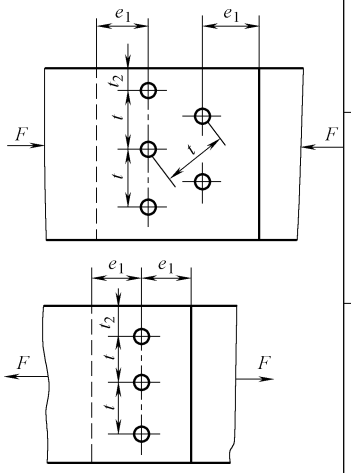
铆成半圆头　　铆成沉头

l	d								l	d						
	3	4	5	6	8	10	12	16		3	4	5	6	8	10	12
	铆接厚度 Σδ									铆接厚度 Σδ						
5	1.5								5	3						
6	2.5	1							6	4	3					
8	4.5	3	2						8	5.5	5	5				
10	6	4.5	4	2.5					10	7.5	7	7	6.5			
12	8	6	5.5	4.5					12	9	8.5	8.5	8			
14	9.5	8	7	6					14	11	10	10	9.5			
16	11.5	9.5	9	7.5	6	5			16	13	11.5	12	11	11	9	
18	13.5	11	10.5	9.5	8	6.5			18	14.5	13.5	13.5	12.5	12.5	11	
20	15	13	12	11	9.5	8			20	16	15	15	14	14	13	
22		14.5	14	12.5	11	9.5	7.5		22		17	17	15.5	15.5	14.5	14
24		16	15.5	14.5	13	11	9		24		18.5	18.5	17.5	17	16	16
26		18	17	16	14.5	12	10.5		26		20	20	19	18.5	17.5	17.5
28		19.5	19	17.5	16	13.5	12		28		22	21.5	21	20	19	19
30		21	20.5	19.5	18	15	14		30		24	23	22.5	22	20.5	20.5
32		22.5	22	21	19.5	16.5	16		32		26	24.5	24	23.5	22	22
34		24	23.5	22.5	21	17.5	17.5		34		27.5	26	25.5	25	23.5	23.5
36		25.5	25	24	23	19	19		36		29	27.5	27	26.5	25	25
38		27	27	27.5	24.5	20.5	20.5		38		30.5	39	28.5	28	26.5	26.5
40		28.5	28.5	29.5	26.5	22	22		40		32	30.5	30	30	28	28
42				31	28	24	24	20	42				31.5	31.5	30	30
46				34	31.5	27	27.5	23	46				35	35	33.5	33.5
50				37	35	30	30	27	50				39	39	37	37
55				41	39.5	34	34	31	55				43	43	41	41
60				45	44	38	38	36	60				47	47	45	45
65						42	42	40	65						49	49
70						46	46	44	70						53	53
75						50	50	48	75						57.5	57.5
80						54	54	52	80						62	62

注：本表只作为选择铆钉长度时的参考。

4. 铆钉间的距离（见表 3-4）

表 3-4　铆钉间的距离（GB 50017—2003）　　（单位：mm）



名称	位置与方向		允许距离			注
			最大（取两者之小值）	最小		
间距 t	外排		$8d_0$ 或 12δ	钉并列	$3d_0$	d_0—钉孔直径 δ—外层较薄板件的厚度
	中间排	构件受压	$12d_0$ 或 18δ	钉错列	$3.5d_0$	
		构件受拉	$16d_0$ 或 24δ			
边距	平行于载荷的方向 e_1		$4d_0$ 或 8δ	$2d_2$		
	垂直于载荷的方向 e_2	切割边		$1.5d_0$		
		轧制边		$1.2d_0$		

注：1. 钢板边缘与刚性构件（如角钢、槽钢等）连接时，铆钉最大间距可按中间排确定。

2. 也可用下式估算边距：$e_1 \geqslant 2d$；$e_2 \approx (1.5 \sim 2)\ d$。

5. 铆钉材料及其热处理和表面处理（见表 3-5）

表 3-5　铆钉材料及其热处理和表面处理

铆钉材料		热处理	表面处理	应用
钢和合金钢	Q215-A、Q235-A、ML2、ML3	退火（冷镦产品）	无	一般钢结构
	10、15、ML10、ML15		镀锌钝化	受力较大的钢结构
	ML20MnA	无	无	受力很大的钢结构
	1Cr18Ni9Ti	淬火		不锈钢、钛合金等耐热、耐蚀结构
铜及其合金	T3	无	无	导电结构
	H62、HPb59-1	退火	钝化	
	H62 防磁			有防磁要求的结构
铝及其合金	1050A（L3）、1035（L4）	无	无	非金属结构、标牌
	2A01（LY1）	淬火并时效	阳极氧化	受力较小或薄壁构件
	2A10（LY10）	淬火并时效	无	一般结构件
			阳极氧化	
	5B05（LF10）	退火	无	镁合金结构件
			阳极氧化	
	3A21（LF21）	无	无	铝合金及非金属结构

注：1. 不同冶炼及浇注方法制造的钢料同样可以采用。

2. “铆钉材料”栏内所列的各种材料，可以互相通用。

3. 对冷镦钢铆钉应退火处理，并由供需方双方协议有关事宜。

4. 铆钉表面不允许有影响使用的裂缝。

6. 组成强固铆缝各元件的静载许用应力（见表 3-6）

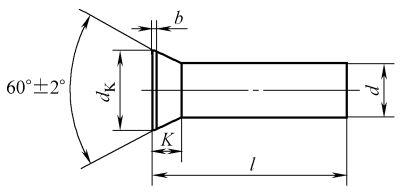
表 3-6　组成强固铆缝各元件的静载许用应力　　（单位：MPa）

许用应力	元件材料	
	Q215	Q215、Q255
许用拉应力［σ］	200	210
许用挤压应力［σ_p］	400	420
许用切应力［τ］	180	180

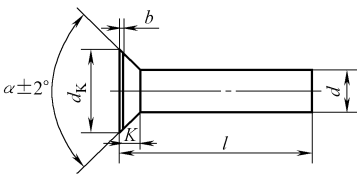
注：采用冲孔或各被铆件分开钻孔而不用样板时，［σ］、［σ_p］降低 20%；角钢单边铆接时，各许用应力降低 25%。

7. 沉头铆钉（见表 3-7）

表 3-7　沉 头 铆 钉　　（单位：mm）



GB/T 865—1986



GB/T 869—1986

用途：一种铆接用紧固件。用于表面需要平滑、不允许钉头外露的场合

标记示例：

公称直径 $d=5$mm、公称长度 $l=30$mm、材料为 BL2 钢、不经表面处理的沉头铆钉的标记为：

铆钉 GB/T 869 5×30

沉头铆钉（粗制）尺寸规格（GB/T 865—1986）

	公称	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36
d	max	12.3	14.3	16.3	18.30	20.35	22.35	24.35	27.35	30.35	36.4
	min	11.7	13.7	15.7	17.7	19.65	21.65	23.65	26.65	29.65	35.6
d_K	max	19.6	22.5	25.7	29	33.4	37.4	40.4	44.4	51.4	59.8
	min	17.6	20.6	23.7	27	30.6	34.6	37.6	41.6	48.6	56.2
b_{max}		0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
$K\approx$		6	7	8	9	11	12	13	14	17	19
l①商品规格范围		20～75	20～100	24～100	28～150	30～150	38～180	50～180	55～180	60～200	65～200

沉头铆钉尺寸规格（GB/T 869—1986）

	公称	1	(1.2)	1.4	(1.6)	2	2.5	3	(3.5)	4	5	6	8	10	12	(14)	16
d	max	1.06	1.26	1.46	1.66	2.06	2.56	3.06	3.58	4.08	5.08	6.08	8.1	10.1	12.12	14.12	16.12
	min	0.94	1.14	1.34	1.54	1.94	2.44	2.94	3.42	3.92	4.92	5.92	7.9	9.9	11.88	13.88	15.88
d_K	max	2.03	2.23	2.83	3.03	4.05	4.75	5.35	6.28	7.18	8.98	10.62	14.22	17.82	18.86	21.76	24.96
	min	1.77	1.97	2.57	2.77	3.75	4.45	5.05	5.92	6.82	8.62	10.18	13.78	17.38	18.34	21.24	24.44

（续）

沉头铆钉尺寸规格（GB/T 869—1986）

α		90°													60°		
b_{max}		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
$K\approx$		0.5	0.5	0.7	0.7	1	1.1	1.2	1.4	1.6	2	2.4	3.2	4	6	7	8
l②	商品规格范围	—	—	—	—	3.5～16	5～18	5～22	6～24	6～30	6～50		12～60	16～75	—	—	—
	通用规格范围	2～8	2.5～8	3～12		—	—	—	—	—	—	—	—	—	18～75	20～100	24～100

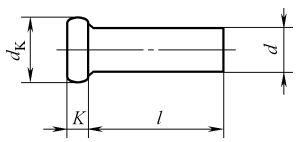
注：尽可能不采用括号内的规格。

① 公称长度系列为（单位为 mm）：20～32（2 进级），35、38、40、42、45、48、50、52、55、58、60～100（5 进级），100～200（10 进级）。

② 公称长度系列为（单位为 mm）：2～4（0.5 进级）、5～20（1 进级）、22～52（2 进级）、55、58～62（2 进级）、65、68、70～100（5 进级）。

8. 平头铆钉（见表 3-8）

表 3-8　平头铆钉（GB/T 109—1986）



用途

用于打包钢带、木桶、木盆的箍圈等薄件的铆接

标记示例

公称直径 $d=8$mm、公称长度 $l=20$mm、材料为 BL2 钢、不经表面处理的平头铆钉的标记为：

铆钉 GB/T 109　8×20

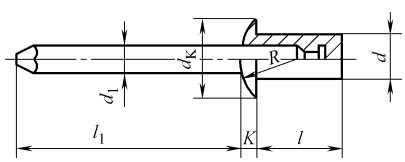
	公称	2	2.5	3	(3.5)	4	5	6	8	10
d	max	2.06	2.56	3.06	3.58	4.08	5.08	6.08	8.1	10.1
	min	1.94	2.44	2.94	3.42	3.92	4.92	5.92	7.9	9.9
d_K	max	4.24	5.24	6.24	7.29	8.29	10.29	12.35	16.35	20.42
	min	3.76	4.76	5.76	6.71	7.71	9.71	11.65	15.65	19.58
K	max	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.6	3	3.44
	min	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2.2	2.6	2.96
l① 商品规格范围		4～8	5～10	6～14	6～18	8～22	10～26	12～30	16～30	20～30

注：尽可能不采用括号内的规格。

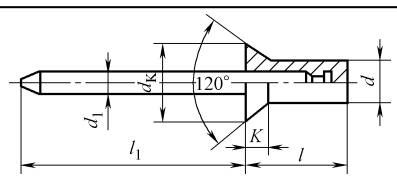
① 公称长度系列为（单位为 mm）：4～20（1 进级）、22～30（2 进级）。

9. 抽芯铆钉（见表 3-9）

表 3-9　抽 芯 铆 钉　　（单位：mm）

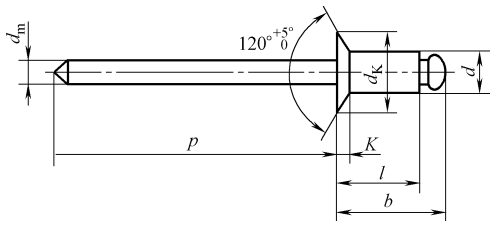


封闭型平圆头抽芯铆钉

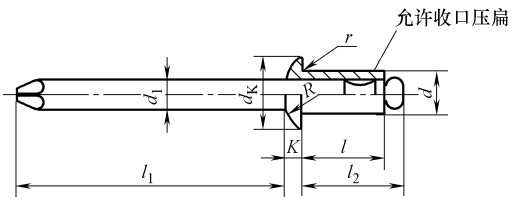


封闭型沉头抽芯铆钉

（续）



开口型沉头抽芯铆钉



开口型扁圆头抽芯铆钉

标记示例：

1. 公称直径 $d=4$mm、公称长度 $l=10$mm、性能等级为 10 级的封闭型扁圆头抽芯铆钉的标记为：

抽芯铆钉 GB/T 12615　4×10

2. 公称直径 $d=4$mm、公称长度 $l=10$mm、性能等级为 10 级的封闭型沉头抽芯铆钉的标记为：

抽芯铆钉 GB/T 12616　4×10

3. 公称直径 $d=4$mm、公称长度 $l=10$mm、性能等级为 10 级的开口型沉头抽芯铆钉的标记为：

抽芯铆钉 GB/T 12617　4×10

4. 公称直径 $d=5$mm、公称长度为 $l=10$mm、性能等级为 10 级的开口型扁圆头抽芯铆钉的标记为：

抽芯铆钉 GB/T 12618　5×10

用途：用于铆接两个零件，使之成为一个整体的特殊铆钉。其特点是单面进行铆接操作，但须使用专用工具——拉铆枪，特别适用于不便采用普通钢钉的零件。广泛用于建筑、汽车、船舶、飞机、机器、电器、家具等行业。其中以开口型扁圆头抽芯铆钉应用最广，沉头抽芯铆钉应用于表面不允许钉头露出的场合，封闭型抽芯铆钉用于要求较高强度和一定密封性能的场合

封闭型扁圆头和封闭型沉头抽芯铆钉尺寸规格（GB/T 12615、12616—2004）

d	公称	3	(3.2)	4	5	6
	min	2.93	3.11	3.91	4.91	5.91
	max	3.07	3.29	4.09	5.09	6.09
d_K	max	6.24		8.29	9.89	12.35
	min	5.76		7.71	9.31	11.65
K_{max}	GB/T 12615	1.4		1.7	2	2.5
	GB/T 12616	1.2		1.4	1.6	2
$d_1\approx$		1.80		2.18	2.80	3.60
R		5		6.8	7.6	9.3
l_{tmin}		26		27		31
l[①]商品规格范围		6～12		6～14		7～18

（续）

开口型沉头和开口型平圆头抽芯铆钉尺寸规格（GB/T 12617、12618—2006）

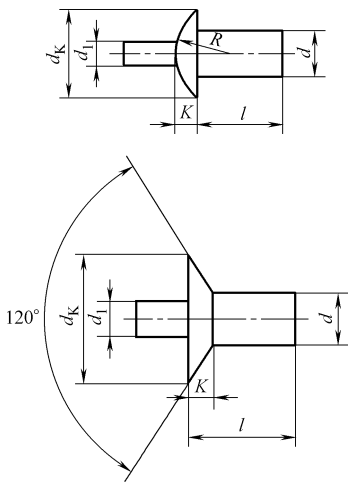
d	公称	3	（3.2）	4	5	6
	min	2.93	3.11	3.91	4.91	5.91
	max	3.07	3.29	4.09	5.09	6.09
d_K	max	6.24		8.29	9.89	12.35
	min	5.76		7.71	9.31	11.65
K_{max}	GB/T 12617	1.2		1.4	1.6	2
	GB/T 12618	1.4		1.7	2	2.5
$d_1 \approx$		1.80		2.18	2.80	3.60
l_{1min}		26		27		31
R		5		6.8	7.6	9.3
l_{2min}		$l+3.4$	$l+3.5$		$l+4.0$	$l+4.5$
l①商品规格范围		7～19		8～20	9～34	10～40

注：尽可能不采用括号内的规格。

① 公称长度系列为（单位为 mm）：6～20（1 进级）、22～40（2 进级）。

10. 击芯铆钉尺寸规格（见表 3-10）

表 3-10　击芯铆钉尺寸规格（GB/T 15855.3—1995）　（单位：mm）



用途

用于铆接两个零件，使之成为一个整体，将铆钉插入零件的铆钉孔中，用手锤敲击钉芯头部，使钉芯端面与铆钉头端面平齐，即完成铆接操作，甚为方便。特别适用于不便采用普通铆钉或抽芯铆钉的场合

标记示例

公称直径 $d=5$mm、公称长度 $l=10$mm、扁圆头击芯铆钉的标记为：

铆钉 GB/T 15855.1　5×10

公称直径 $d=5$mm、公称长度 $l=10$mm、沉头击芯铆钉的标记为：

铆钉 GB/T 15855.2　5×10

d	公称	3	4	5	（6）	6.4
	min	2.94	3.92	4.92	5.92	6.32
	max	3.06	4.08	5.08	6.08	6.48

（续）

d_K	max	6.24	8.29	9.89	12.35	13.29
	min	5.76	7.71	9.31	11.65	12.71
K	max	1.4	1.7	2	2.4	3
d_1（参考）		1.8	2.18	2.8	3.6	3.8
$R\approx$		5	6.8	8.7	9.3	9.3
l①商品规格范围		6～15	6～20	8～32	8～45	

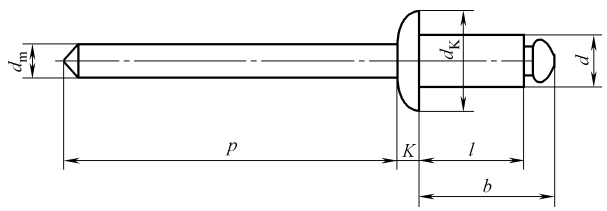
注：尽可能不采用括号内的规格。

① 公称长度系列为（单位为 mm）：6～45（1 进级）。

11. 开口型平圆头抽芯铆钉 40、41 级（见表 3-11）

表 3-11 开口型平圆头抽芯铆钉 40、41 级（GB/T 12618.6—2006）

（单位：mm）



铆钉尺寸规格						
钉体	d	公称	3.2	4	4.8	6.4
		max	3.28	4.08	4.88	6.48
		min	3.05	3.85	4.65	6.25
	d_K	max	6.7	8.4	10.1	13.4
		min	5.8	6.9	8.3	11.6
	K	max	1.3	1.7	2	2.7
钉芯	d_m	max	2.15	2.75	3.2	3.9
	p	min	25	27		
盲区长度	b	max	$l_{max}+4$	$l_{max}+4$	$l_{max}+4.5$	$l_{max}+5.5$

铆钉长度		推荐的铆接范围①			
公称 = min	max				
5	6	1.0～3.0	1.0～3.0	—	—
6	7	—	—	2.0～4.0	—
8	9	3.0～5.0	3.0～5.0	—	—
10	11	5.0～7.0	5.0～7.0	4.0～6.0	—
12	13	7.0～9.0	7.0～9.0	6.0～8.0	3.0～6.0
14	15	—	9.0～10.5	8.0～10.0	—
16	17	—	10.5～12.5	10.0～12.0	—
18	19	—	12.5～14.5	12.0～14.0	6.0～12.0
20	21	—	14.5～16.5	14.0～16.0	—

（续）

铆钉直径		
公称直径 d	d_K	
	min	max
3.2	3.3	3.4
4	4.1	4.2
4.8	4.8	5.0
6.4	6.5	6.6

剪切载荷、拉力载荷与钉心断裂载荷②			
公称直径 d/mm	剪切载荷/N（min）	拉力载荷/N（min）	钉心断裂载荷/N（max）
3.2	1400	1900	4500
4	2200	3000	6500
4.8	3300	3700	8500
6.4	5500	6800	14700

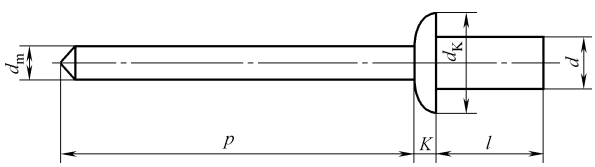
① 符合表中尺寸和第 4 章规定的材料组合与性能等级的铆钉铆接范围，用最小和最大铆接长度表示。最小铆接长度仅为推荐值，某些使用场合可能使用更小的长度。

② 按 GB/T 3098.19—2004 的规定。

12. 封闭型平圆头抽芯铆钉 11 级（见表 3-12）

表 3-12　封闭型平圆头抽芯铆钉 11 级（GB/T 12615.1—2004）

（单位：mm）



标记示例：

公称直径 $d=4$mm、公称长度 $l=12.5$mm、钉体由铝合金（AIA）制造、钉芯由钢（St）制造的、性能等级为 n 级的封闭型平圆头抽芯铆钉的标记为：

抽芯铆钉 GB/T 12615.1　4×12.5

钉体	d	公称	3.2	4	4.8	5①	6.4
		max	3.28	4.08	4.88	5.08	6.48
		min	3.05	3.85	4.65	4.85	6.25
	d_K	max	6.7	8.4	10.1	10.5	13.4
		min	5.8	6.9	8.3	8.7	11.6
	K	max	1.3	1.7	2	2.1	2.7
钉芯	d_m	max	1.85	2.35	2.77	2.8	3.71
	p	min	25		27		

（续）

铆钉长度 l		推荐的铆接范围②			
公称 = min	max				
6.5	7.5	0.5 ~ 2.0			
8	9	2.0 ~ 3.5	0.5 ~ 3.5		
8.5	9.5	—	—	0.5 ~ 3.5	
9.5	10.5	3.5 ~ 5.0	3.5 ~ 5.0	3.5 ~ 5.0	
11	12	5.0 ~ 6.5	5.0 ~ 6.5	5.0 ~ 6.5	
12.5	13.5	6.5 ~ 8.0	6.5 ~ 8.0	—	1.5 ~ 6.5
13	14		—	6.5 ~ 8.0	—
14.5	15.5		8 ~ 10	8.0 ~ 9.5	—
15.5	16.5			—	6.5 ~ 9.5
16	17			9.5 ~ 11.0	—
18	19			11 ~ 13	—
21	22			13 ~ 16	—

铆钉孔直径

公称直径 d	d_{h1}	
	min	max
3.2	3.3	3.4
4	4.1	4.2
4.8	4.9	5.0
5	5.1	5.2
6.4	6.5	6.6

力学性能与材料组合③

性能等级	钉体材料			钉心材料		
	种类	材料牌号	标准编号	种类	材料牌号	标准编号
11	铝合金	5056	GB/T 3190—2008	钢	10、15、35、45	GB/T 699—1999

力学性能 （单位：N）

公称直径 d/mm	剪切载荷 min	拉力载荷 min	钉心断裂载荷 max
3.2	1100	1450	3500
4	1600	2200	5000
4.8	2200	3100	7000
5	2420	3500	8000
6.4	3600④	4900④	10230

注：铆钉体的尺寸按附录 A 给出的计算公式求出。

① ISO 15973 无此规格。

② 符合表中尺寸和第 4 章规定的材料组合与性能等级的铆钉铆接范围，用最小和最大铆接长度表示。最小铆接长度仅为推荐值，某些使用场合可能使用更小的长度。

③ 按 GB/T 3098.19—2004 的规定。ISO 15973 未规定力学性能等级与材料牌号

④ 按 GB/T 3098.19 规定，数据待生产验证（含选用材料牌号）

3.5.2　焊接的设计数据

1. 焊缝的静载许用应力（见表 3-13）

表 3-13　焊缝的静载许用应力　　（单位：MPa）

许用应力类别	用 E4303 焊条手工焊接或溶剂层下自动焊接下列被焊接材料时，焊缝的静载许用应力	
	Q215	Q215、Q255
许用压应力［σ_c'］	200	210
许用拉应力（用精确方法检查焊缝质量）［σ'］	200	210
许用拉应力（用普通方法检查焊缝质量）［σ'］	180	180
许用切应力［τ］	140	140

注：对于单边焊接的角钢，各许用应力降低 25%。

2. 碳钢焊条（见表 3-14）

表 3-14　碳钢焊条（GB/T 5117－1995）

焊条型号　药皮类型　焊接位置　电流种类

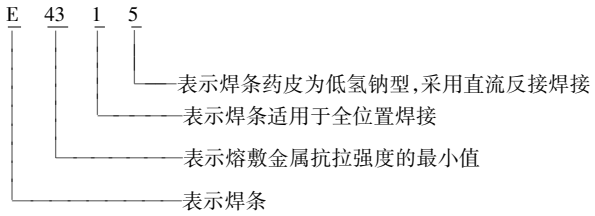
焊条型号	药皮类型	焊接位置	电流种类	焊条型号	药皮类型	焊接位置	电流种类
E43 系列——熔敷金属抗拉强度≥420MPa(43kgf/mm²)				E50 系列——熔敷金属抗拉强度≥490MPa(50kgf/mm²)			
E4300	特殊型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接	E5001	钛铁矿型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接
E4301	钛铁矿型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接	E5003	钛钙型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接
E4303	钛钙型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接	E5010	高纤维素钠型	平、立、仰、横	直流反接
E4310	高纤维素钠型	平、立、仰、横	直流反接	E5011	高纤维素钾型	平、立、仰、横	交流或直流反接
E4311	高纤维素钾型	平、立、仰、横	交流或直流反接	E5014	铁粉钛型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接
E4312	高钛钠型	平、立、仰、横	交流或直流正接	E5015	低氢钠型	平、立、仰、横	直流反接
E4312	高钛钾型	平、立、仰、横	交流或直流正、反接	E5016	低氢钾型	平、立、仰、横	交流或直流反接
E4315	低氢钠型	平、立、仰、横	直流反接	E5018	铁粉低氢钾型	平、立、仰、横	交流或直流反接
E4316	低氢钾型	平、立、仰、横	交流或直流反接	E5018M	铁粉低氢型	平、立、仰、横	直流反接

（续）

焊条型号　药皮类型　焊接位置　电流种类

焊条型号	药皮类型	焊接位置	电流种类	焊条型号	药皮类型	焊接位置	电流种类
E43 系列——熔敷金属抗拉强度≥420MPa(43kgf/mm²)				E50 系列——熔敷金属抗拉强度≥490MPa(50kgf/mm²)			
E4320	氧化铁型	平	交流或直流正、反接	E25023	铁粉钛钙型	平、平角焊	交流或直流正、反接
E4320	氧化铁型	平角焊	交流或直流正接	E5024	铁粉钛型	平、平角焊	交流或直流正、反接
E4322	氧化铁型	平	交流或直流正接	E5027	铁粉氧化铁型	平、平角焊	交流或直流正接
E4323	铁粉钛钙型	平、平角焊	交流或直流正、反接	E5028	铁粉低氢型	平、平角焊	交流或直流反接
E4324	铁粉钛型	平、平角焊	交流或直流正、反接	E5048	铁粉低氢型	平、仰、横、立向下	交流或直流反接
E4327	铁粉氧化铁型	平	交流或直流正、反接				
E4327	铁粉氧化铁型	平角焊	交流或直流正接				
E4328	铁粉低氢型	平、平角焊	交流或直流反接				

焊条型号举例：



注：1. 焊条型号编制方法如下：字母“E”表示焊条；前两位数字表示熔敷金属抗拉强度的最小；第三位数字表示焊条的焊接位置。“0”及“1”表示焊接适用于全位置焊接（平、立、仰、横），“2”表示焊条适用于平焊及平面焊，“4”表示焊条适用于向下立焊；第三位和第四位数组合时表示焊接电流种类及药皮类型。在第四位数字后附加“R”表示耐吸潮焊条；附加“M”表示耐吸潮和力学性能有特殊规定的焊条；附加“-1”表示冲击性能有特殊规定的焊条。

2. 焊接位置栏中文字涵义：平-平焊、立-立焊、仰-仰焊、横-横焊、平角焊-水平角焊、立向下-向下立焊。

3. 焊接位置栏中“立”和“仰”系指适用于立焊和仰焊的直径不大于4.0mm的E5014、EXX15、EXX16、E5018和E5018M型焊条及直径不大于5.0mm的其他型号焊条。

4. E4322型焊条适宜单道焊。

3. 系数 a、b 的数值(见表 3-15)

表 3-15　系数 a、b 的数值

焊缝形式	低碳钢		低碳合金钢	
	a	b	a	b
被焊件无应力集中时	1.00	0.50	1.30	0.70
表面加工的对接焊缝	1.10	0.60	1.45	0.850
有背焊的对接焊缝	1.30	0.80	1.75	1.15
腰长比为 1∶1.5 的正面角焊缝	1.50	1.00	2.00	1.40
侧面角焊缝	2.00	1.20	2.70	2.10

3.5.3　过盈连接设计数据

1. 加工方法、表面粗糙度及表面微观不平度十点高度 Rz(见表 3-16)

表 3-16　加工方法、表面粗糙度及表面微观不平度十点高度 Rz

加工方法	精车或精镗、中等磨光、刮(每平方厘米内有 1.5 ~ 3 个点)		铰、精磨、刮(每平方厘米内有 3 ~ 5 个点)		钻石刀头镗、镗磨		研磨、抛光、超精加工等		
表面粗糙度代号	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05	0.025	0.012
Rz/μm	10	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05

2. 摩擦因数 f(见表 3-17)

表 3-17　摩擦因数 f

压　入　法			胀　缩　法		f
连接零件材料	无润滑时 f	有润滑时 f	连接零件材料		
钢-铸钢	0.11	0.08	钢-钢	油压扩孔,压力油为矿物油	0.125
钢-结构钢	0.10	0.07		油压扩孔,压力油为甘油,结合面排油干净	0.18
钢-优质结构钢	0.11	0.08		在电炉中加热包容件至 300℃	0.14
钢-青铜	0.15 ~ 0.20	0.03 ~ 0.06		在电炉中加热包容件至 300℃以后,结合面脱脂	0.2
钢-铸铁	0.12 ~ 0.15	0.05 ~ 0.10	钢-铸铁	油压扩孔,压力油为矿物油	0.1
铸铁-铸铁	0.15 ~ 0.25	0.15 ~ 0.10	钢-铝镁合金	无润滑	0.1 ~ 0.15

3. 常用材料的弹性模量及泊松比(见表 3-18)

表 3-18 常用材料的弹性模量及泊松比

名 称	弹性模量 E /GPa	切变模量 G /GPa	泊松比 μ
灰铸铁	118 ~ 126	44. 3	0. 3
球墨铸铁	173		0. 3
碳钢、镍铬钢、合金钢	206	79. 4	0. 3
铸钢	202		0. 3
轧制纯铜	108	39. 2	0. 31 ~ 0. 34
冷拔纯铜	127	48. 0	
轧制磷锡青铜	113	41. 2	0. 32 ~ 0. 35
冷拔黄铜	89 ~ 97	34. 3 ~ 36. 3	0. 32 ~ 0. 42
轧制锰青铜	108	39. 2	0. 35
轧制铝	68	25. 5 ~ 26. 5	0. 32 ~ 0. 36
拔制铝线	69		
铸铝青铜	103	11. 1	0. 3
铸锡青铜	103		0. 3
硬铝合金	70	26. 5	0. 3
轧制锌	82	31. 4	0. 27
铅	16	6. 8	0. 42
玻璃	55	1. 96	0. 25
有机玻璃	2. 35 ~ 29. 42		
橡胶	0. 0078		0. 47
电木	1. 96 ~ 2. 94	0. 69 ~ 2. 06	0. 35 ~ 0. 38
夹布酚醛塑料	3. 92 ~ 8. 83		
赛璐珞	1. 71 ~ 1. 89	0. 69 ~ 0. 98	0. 4
尼龙 1010	1. 07		
硬聚氯乙烯	3. 14 ~ 3. 92		0. 34 ~ 0. 35
聚四氯乙烯	1. 14 ~ 1. 42		
低压聚乙烯	0. 54 ~ 0. 75		
高压聚乙烯	0. 147 ~ 0. 245		
混凝土	13. 73 ~ 39. 2	4. 9 ~ 15. 69	0. 1 ~ 0. 18

4. 材料的线胀系数(见表 3-19)

表 3-19 材料的线胀系数 α (单位:$10^{-6}K^{-1}$)

材 料	温度范围/℃								
	20	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 600	20 ~ 700	20 ~ 900	70 ~ 1000
工程用铜		16. 6 ~ 17. 1	17. 1 ~ 17. 2	17. 6	18 ~ 18. 1	18. 6			
黄铜		17. 8	18. 8	20. 9					

（续）

材　料	温度范围/℃								
	20	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 600	20 ~ 700	20 ~ 900	70 ~ 1000
青铜		17. 6	17. 9	18. 2					
铸铝合金	18. 44 ~ 24. 5								
铝合金	22. 0 ~ 24. 0	23. 4 ~ 24. 8	24. 0 ~ 25. 9						
碳钢		10. 6 ~ 12. 2	11. 3 ~ 13	12. 1 ~ 13. 5	12. 9 ~ 13. 9	13. 5 ~ 14. 3	14. 7 ~ 15		
铬钢		11. 2	11. 8	12. 4	13	13. 6			
3Cr13		10. 2	11. 1	11. 6	11. 9	12. 3	12. 8		
1Cr18Ni9Ti		16. 6	17	17. 2	17. 5	17. 9	18. 6	19. 3	
铸铁		8. 7 ~ 11. 1	8. 5 ~ 11. 6	10. 1 ~ 12. 1	11. 5 ~ 12. 7	12. 9 ~ 13. 2			
镍铬合金		14. 5							17. 6
砖	9. 5								
水泥、混凝土	10 ~ 14								
胶木、硬橡皮	64 ~ 77								
玻璃		4 ~ 11. 5							
赛璐珞		100							
有机玻璃		130							

5. 灰铸铁（见表 3-20）

表 3-20　灰铸铁（GB/T 9439—1988）

牌号	铸件壁厚/mm		最小抗拉强度 σ_b/MPa	硬度 HBW	应用举例
	大于	至			
HT100	2. 5	10	130	110 ~ 166	盖、外罩、油盘、手轮、手把、支架等
	10	20	100	93 ~ 140	
	20	30	90	87 ~ 131	
	30	50	80	82 ~ 122	
HT150	2. 5	10	175	137 ~ 205	端盖、汽轮泵体、轴承座、阀壳、管子及管路附件、手轮、一般机床底座、床身及其他复杂零件、滑座、工作台等
	10	20	145	119 ~ 179	
	20	30	130	110 ~ 166	
	30	50	120	141 ~ 157	
HT200	2. 5	10	220	157 ~ 236	气缸、齿轮、底架、箱体、飞轮、齿条、衬筒、一般机床铸有导轨的床身及中等压力（8MPa 以下）液压缸、液压泵和阀的壳体等
	10	20	195	148 ~ 222	
	20	30	170	134 ~ 200	
	30	50	160	128 ~ 192	

（续）

牌号	铸件壁厚/mm		最小抗拉强度 σ_b/MPa	硬度 HBW	应用举例
	大于	至			
HT250	4.0	10	270	175～262	阀壳、液压缸、气缸、联轴器、箱体、齿轮、齿轮箱外壳、飞轮、衬筒、凸轮、轴承座等
	10	20	240	164～246	
	20	30	220	157～236	
	30	50	200	150～225	
HT300	10	20	290	182～272	齿轮、凸轮、车床卡盘、剪床、压力机的机身、导板、转塔自动车床及其他重负荷机床铸有导轨的床身、高压油缸、液压泵和滑阀的壳体等
	20	30	250	168～251	
	30	50	230	161～241	
HT350	10	20	340	199～299	
	20	30	290	182～272	
	30	50	260	171～257	

注：灰铸铁的硬度，系由经验关系式计算：当 $\sigma_b \geqslant 196$MPa 时，$HBW = RH(100 + 0.438\sigma_b)$；当 $\sigma_b < 196$MPa 时，$HBW = RH(44 + 0.724\sigma_b)$。$RH$ 一般取 0.80～1.20。

6. 铸造铜合金的力学性能（见表 3-21）

表 3-21 铸造铜合金的力学性能

蜗轮材料	铸造方法	力学性能			
		σ_B	σ_S	δ_s	HBW
ZCuSn10P1	S	220	130	3	785＊
	J	310	170	2	885＊
	Li	330	170＊	4	885＊
	La	360	170＊	6	885＊
ZCuSn5Pb5Zn5	S，J	200	90	13	590＊
	Li，La	250	100＊	13	635＊
ZCuAl10Fe3	S	490	180	13	980＊
	J	540	200	15	1080＊
	Li，La	540	200	15	1080＊
ZCuAl10Fe3Mn2	S	490		15	1080
	J	540		20	1175
ZCuZn25Al6Fe3Mn3	S	725	380	10	1570＊
	J	740	400	7	1665＊
	Li，La	740	400	7	1665＊

注：1. S 为砂型铸造；J 为金属铸造；Li 为离心铸造；La 为连续铸造。

2. ＊为一般参考数值。

3.6　设计计算实例

3.6.1　铆接设计实例

题 1：设计如图 3-6 所示的两块板组成的单排搭接铆缝：已知拉力 $F=25\text{kN}$，被连接件的板为 45 钢，厚度 $\delta=2.54\text{mm}$，板边为切割边，按强固铆缝考虑，试求：

1）选择铆钉类型、个数、材料、热处理方式及确定许用应力。

2）计算铆钉直径。

3）确定铆钉长度。

4）确定铆钉间距 t 以及板边距 e_1、e_2。

5）确定钢板宽度 b。

6）确定铆接方法。

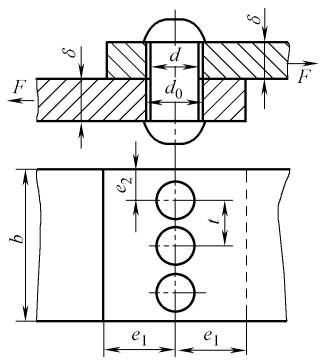


图 3-6　铆接设计题 1 图

解：

1. 选择铆钉类型、个数、材料、热处理方式及确定许用应力

可采用最广泛使用的半圆头铆钉，单排，参考表 3-1 半圆头铆钉的尺寸规格，考虑受力均匀，不宜采用过多的铆钉个数，最少为 2 个，本例取 3 个。

查表 3-5 铆钉材料及其热处理和表面处理：考虑没有特殊要求，选碳钢，初选铆钉材料为 Q215。退火处理。查表 3-6 组成强固铆缝各元件的静载许用应力：许用拉应力为 $[\sigma]=200\text{MPa}$，许用挤压应力为 $[\sigma_P]=400\text{MPa}$，许用切应力为 $[\tau]=180\text{MPa}$。

2. 计算铆钉直径

由铆钉的剪切强度条件可得铆钉所需最小直径 $d_{\min}$，即

$$d_{\min}\geqslant\sqrt{\frac{F}{\frac{\pi}{4}Z[\tau]}}\geqslant\sqrt{\frac{25\times10^3}{\frac{\pi}{4}\times3\times180}}\text{mm}\geqslant7.68\text{mm}$$

查表 3-1 半圆头铆钉的尺寸规格，取铆钉直径 $d=8\text{mm}$；查表 3-2 铆钉用通孔直径，按精装配：钉孔直径为 8.2mm。

3. 确定铆钉长度

查表法：查表 3-3 半圆头铆钉长度的选择：因为 $\sum\delta=2\times2.54\text{mm}=5.08\text{mm}$，按 6mm 取；铆钉直径 $d=8\text{mm}$，因此铆钉长度为：$l=16\text{mm}$。

计算法：$l\approx1.1\sum\delta+1.4d=[1.1\times(2\times2.54)+1.4\times8]\text{mm}=16.788\text{mm}$，查表 3-3 半圆头铆钉长度的选择，圆整到标准长度，取 $l=16\text{mm}$。

4. 确定铆钉间距 t 以及板边距 e_1、e_2

(1)确定铆钉间距 t:

查表 3-4 铆钉间的距离,按钉并列考虑,计算最大、最小距离。

最大值为:$t_{max}=8d_0=8\times8.2mm=65.6mm$ 及 $t_{min}=12\delta=12\times2.54mm=30.48mm$,本例取上述中的小值,即:$t_{max}=12\delta=12\times2.54mm=30.48mm$。

最小值为:$t_{min}=3d_0=3\times8.2mm=24.6mm$。

综上考虑,本例铆钉间距 $t=25mm$。

(2)确定板边距 e_1、e_2

1)求平行于载荷方向的距离 e_1。查表 3-4 铆钉间的距离:计算公式为:$e_{1max}=4d_0=4\times8.2mm=32.8mm$ 或 $e_{1max}=8\delta=8\times2.54mm=20.32mm$

$$e_{1min}\geqslant2d\geqslant2\times8mm\geqslant16mm$$

再按查表 3-4 铆钉间的距离,即

$$e_1\geqslant2d\geqslant2\times8mm\geqslant16mm$$

综合考虑,为了使结构紧凑,本例取平行于载荷方向的距离 $e_1=16mm$。

2)求垂直于载荷方向的距离 e_2。查表 3-4 铆钉间的距离,即

$$e_{2max}=4d_0=4\times8.2mm=32.8mm \text{ 或 } e_{2max}=8\delta=8\times2.54mm=20.32mm$$

因为题目给出板边为切割边,因此查表 3-4 计算出 e_2,即

$$e_{2min}\geqslant1.5d_0\geqslant1.5\times8.2mm\geqslant12.3mm$$

再按查表 3-4 铆钉间的距离,即

$$e_2\geqslant(1.5\sim2)d\geqslant(1.5\sim2)\times8mm\geqslant(12\sim16)mm$$

综合考虑,为了使结构紧凑,本例取垂直于载荷方向的距离 $e_2=16mm$。

3)板边距 e_1 的校核计算。由板边剪切强度条件计算板边距 e_1,即

$$e_{min}\geqslant\frac{F}{2\delta Z[\tau]}+\frac{d_0}{2}=\left(\frac{25\times10^3}{2\times3\times3\times180}+\frac{8.2}{2}\right)mm\geqslant11.8mm$$

圆整后可取 $e\geqslant12mm$ 的整数,以上计算:$e_1=16mm>e_{min}=12mm$,因此平行于载荷方向的距离 e_1 抗剪强度足够。

也说明按 GB 50017—2003 计算得到的 $e=15mm$ 是合理的。

垂直于载荷方向的距离 $e_2=16mm>12mm$,e_2 强度足够,一般也无需进行强度校核。

讨论:从本例题的计算结果可以看出:对于一般用途的铆钉连接,只需按表 3-4 铆钉间的距离计算出的板边距 e_1、e_2 强度已经足够了,因此可以不必再按强度公式进行校核计算。

5. 确定钢板宽度 b

(1)由结构求出钢板宽度 b

从图 3-6 可求出钢板宽度 b,即

$$b = 2t + 2e_2 = (2 \times 25 + 2 \times 16)\,\text{mm} = 82\text{mm}$$

（2）验算钢板抗拉强度

由抗拉强度可得钢板宽度 b，即

$$b_{\min} \geqslant \frac{F}{\delta\,[\sigma]} + Zd_0 = \left(\frac{25 \times 10^3}{2.54 \times 200} + 3 \times 8.2\right)\text{mm} = 73.81\text{mm}$$

因此取钢板宽度 $b = 82\text{mm} > b_{\min} = 73.81\text{mm}$，完全满足抗拉强度。

6. 确定铆接方法

因为铆钉钉杆直径 $< 10\text{mm}$，因此采用冷铆方法，一般大于 10mm 采用热铆方法。

题 2：如图 3-7 所示为单搭板对接铆缝，铆钉个数为每排 3 个，板厚 $\delta = 3\text{mm}$，钢板边缘为轧制边，板材料采用普通碳素钢 Q235，铆缝强度系数 $\phi = \dfrac{b - zd_0}{b}$。若载荷 $F = 15\text{kN}$，按强固铆缝考虑，试设计该铆接连接，包括如下内容：

1）选择铆钉材料、试确定铆钉类型。

2）确定铆钉直径。

3）确定铆钉钉距 t。

4）确定板边距 e_1、e_2。

5）试确定板宽 b。

6）求出铆缝强度系数。

7）分析铆缝中哪方面强度最弱。

8）若要求铆缝强度系数 $\phi = 80\%$，试确定板宽 b。

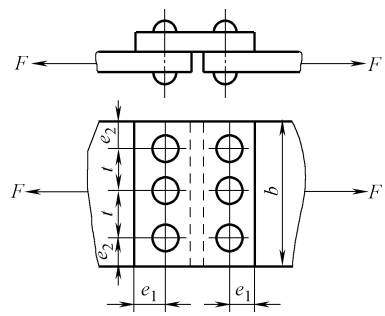


图 3-7　铆接设计题 2 图

解：

1. 选择铆钉材料、试确定铆钉类型

因无特殊要求，本题被连接板的材料采用普通碳素钢 Q235，因此铆钉材料考虑碳钢价格低，参考表 3-5 铆钉材料及其热处理和表面处理，选择 Q215。

铆钉类型参考表 3-1 半圆头铆钉的尺寸规格，采用最广泛使用的半圆头铆钉。

2. 确定铆钉直径

由铆钉的抗剪强度条件可得铆钉直径 d。

由表 3-6 组成强固铆缝各元件的静载许用应力：查出铆钉的许用拉应力 $[\sigma] = 200\text{MPa}$，许用挤压应力 $[\sigma]_{\text{P}} = 400\text{MPa}$，许用剪切应力 $[\tau] = 180\text{MPa}$。代入强度公式求出铆钉所需最小直径 $d_{\min}$，即

$$d_{\min} \geqslant \sqrt{\frac{F}{\frac{\pi}{4} Z[\tau]}} \geqslant \sqrt{\frac{15 \times 10^3}{\frac{\pi}{4} \times 3 \times 180}} \text{mm} \geqslant 5.95 \text{mm}$$

查表 3-1 半圆头铆钉的尺寸规格，取铆钉直径 $d = 6\text{mm}$；查表 3-2 铆钉用通孔直径，因直径较小，选精装配：铆钉孔直径为 $d_0 = 6.2\text{mm}$。

3. 确定铆钉钉距 t

查表 3-4 铆钉间的距离，按钉并列考虑，计算最大、最小距离。

最大值为

$$t_{\max} = 8d_0 = 8 \times 6.2\text{mm} = 49.6\text{mm} \text{ 及 } t_{\max} = 12\delta = 12 \times 3\text{mm} = 36\text{mm}$$

本例取上述中的小值，即：$t_{\max} = 12\delta = 12 \times 3\text{mm} = 36\text{mm}$。

最小值为

$$t_{\min} = 3d_0 = 3 \times 6.2\text{mm} = 18.6\text{mm}$$

综上考虑，再考虑尽量结构紧凑，本例题取铆钉间距 $t = 20\text{mm}$。

4. 确定板边距 e_1、e_2

（1）求平行于载荷方向的距离 e_1

查表 3-4 铆钉间的距离：

计算公式为：$e_{1\max} = 4d_0 = 4 \times 6.2\text{mm} = 24.8\text{mm}$ 或 $e_{1\max} = 8\delta = 8 \times 3\text{mm} = 24\text{mm}$

$$e_{1\min} \geqslant 2d \geqslant 2 \times 6\text{mm} \geqslant 12\text{mm}$$

再按查表 3-4 铆钉间的距离，即

$$e_1 \geqslant 2d \geqslant 2 \times 6\text{mm} \geqslant 12\text{mm}$$

综合考虑，为了使结构紧凑，本例取平行于载荷方向的距离 $e_1 = 12\text{mm}$。

（2）求垂直于载荷方向的距离 e_2

查表 3-4 铆钉间的距离：

计算公式为

$$e_{2\max} = 4d_0 = 4 \times 6.2\text{mm} = 24.8\text{mm} \text{ 或 } e_{2\max} = 8\delta = 8 \times 3\text{mm} = 24\text{mm}$$

因为题目给出板边为轧制边，因此查表 3-4 计算出 e_2，即

$$e_{2\min} \geqslant 1.2d_0 \geqslant 1.2 \times 6.2\text{mm} \geqslant 7.44\text{mm}$$

再按查表 3-4：

$$e_2 \geqslant (1.5 \sim 2)d \geqslant (1.5 \sim 2) \times 6\text{mm} \geqslant (9 \sim 12)\text{mm}$$

综合考虑，为了使结构紧凑，本例取垂直于载荷方向的距离 $e_2 = 10\text{mm}$。

（3）板边距 e_1 的校核计算

由板边抗剪强度条件计算板边距 e_1，即

$$e_{\min} \geqslant \frac{F}{2\delta Z[\tau]} + \frac{d_0}{2} = \left(\frac{15 \times 10^3}{2 \times 3 \times 3 \times 180} + \frac{5.2}{2} \right) \text{mm} \geqslant 7.23\text{mm}$$

由（1）计算得：平行于载荷方向的距离 $e_1 = 12\text{mm} > e_{\min} = 7.23\text{mm}$，因此抗剪强度足够。也说明按 GB 50017—2003 计算得到的 $e_1 = 12\text{mm}$ 是合理的。

垂直于载荷方向的距离 $e_2 = 10\text{mm} > e_{\min} = 7.23\text{mm}$，强度足够，$e_2$ 一般也无需进行强度校核。

5. 确定板宽 b

（1）由结构求出钢板宽度 b

从图 3-7 可求出钢板宽度 b，即

$$b = 2t + 2e_2 = (2 \times 20 + 2 \times 10)\text{mm} = 60\text{mm}$$

（2）验算钢板抗拉强度

由抗拉强度可得钢板宽度 b，即

$$b_{\min} \geqslant \frac{F}{\delta[\sigma]} + Zd_0 = \left(\frac{15 \times 10^3}{3 \times 200} + 3 \times 6.2\right)\text{mm} = 43.6\text{mm}$$

因此取钢板宽度 $b = 60\text{mm} > b_{\min} = 43.6\text{mm}$，满足抗拉强度。

6. 求铆缝强度系数 ϕ

$$\phi = \frac{b - Zd_0}{b} = \frac{60 - 3 \times 6.2}{60} = 69\%$$

7. 分析铆缝中哪方面强度最弱

1）铆钉的剪切承载力：$F_1 = \frac{\pi}{4}d^2 Z[\tau] = \frac{\pi}{4} \times 6^2 \times 3 \times 180\text{kN} = 15.27\text{kN}$

2）钉孔的挤压承载力：$F_2 = Zd_0\delta[\sigma] = 3 \times 6.2 \times 3 \times 400\text{kN} = 22.32\text{kN}$

3）板的拉伸承载力：$F_3 = (b - Zd_0)\delta[\sigma] = (60 - 3 \times 6.2) \times 3 \times 200\text{kN} = 24.84\text{kN}$

4）板边剪切承载力：$F_4 = 2Z\delta\left(e_1 - \frac{d_0}{2}\right)[\tau] = 2 \times 3 \times 3 \times \left(12 - \frac{6.2}{2}\right) \times 180\text{kN} = 28.84\text{kN}$

相比之下，铆钉的剪切承载力 F_1 和钉孔的挤压承载力 F_2 较小，可见：铆钉抗剪强度和钉孔的挤压承载力较弱。

8. 若要求铆缝强度系数 $\phi = 80\%$ 时的板宽 b

因为铆缝强度系数 $\phi = \frac{b - Zd_0}{b}$，所以板宽 b 为：$b = \frac{Zd_0}{1 - \phi} = \frac{3 \times 6.2}{1 - 0.8}\text{mm} = 93\text{mm}$

3.6.2　焊接设计实例

题 1：图 3-8 所示为搭接焊缝，$b = 100\text{mm}$，$h = 150\text{mm}$，腰高 $k = 8\text{mm}$，被焊材料为

Q215,焊缝没有特殊要求。若所受的外力为 $F=40\text{kN}$,离焊缝形心距离为 $l=200\text{mm}$,试问:

1)选择焊接方法。

2)选择焊条型号。

3)校核焊缝强度。

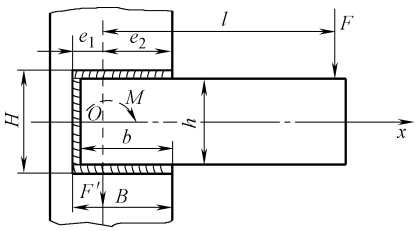


图 3-8 焊接设计实例题 1 图

解:

1. 选择焊接方法

因为被焊材料为 Q215,焊缝没有特殊要求,因此选择手工焊接。

2. 选择焊条型号

焊条一般选择碳钢焊条,考虑无特殊要求,查表 3-14 碳钢焊条,选择 E43 系列氧化铁型焊条。因为是平焊,因此可采用 E4322 焊条。从表 3-14 可知:其熔敷金属抗拉强度≥420MPa。

3. 校核焊缝强度

本题应首先将外力 F 向焊缝形心 O 平移为一横向力 F'和力矩 M,再分别求出由 F'造成焊缝的 y 向应力和由 M 造成焊缝的 x 向应力,然后向量合成,再验算强度。

(1) 计算焊缝形心 O 处所受的载荷

$$M=Fl=4\times10^4\times200\text{N}\cdot\text{mm}=8\times10^6\text{N}\cdot\text{mm}$$

$$F'=F=4\times10^4\text{N}$$

(2) 计算焊缝尺寸

计算剖面高: $a=0.7k=0.7\times8\text{mm}=5.6\text{mm}$

外廓尺寸:$B=b+a=(100+5.6)\text{mm}=105.6\text{mm}$

$$H=h+2a=(150+2\times5.6)\text{mm}=161.2\text{mm}$$

(3) 计算 F'造成的焊缝应力

$$\tau_F=\frac{F'}{a(2b+h)}=\frac{4\times10^4}{5.6\times(2\times100+150)}\text{MPa}=20.41\text{MPa}$$

(4) 计算 M 造成的焊缝应力 τ_M

有两种求法:

1) 按弯曲应力极限状态计算。假设沿焊缝的应力相等, M 由一对水平焊缝的力偶和一条垂直焊缝的力矩平衡, 即

$$M=\tau_M aB(h+a)+\tau_M ah^2/b$$

因此

$$\tau_M=\frac{M}{aB(h+a)+ah^2/b}=\frac{8\times10^6}{5.6\times105.6\times(150+5.6)+\dfrac{5.6\times150^2}{6}}\text{MPa}=70.79\text{MPa}$$

2）按弯曲应力弹性状态计算。假设焊缝应力大小与离中性轴 x 的距离成正比，最大应力发生在 y_{max} 处，其最大应力为：

$$\tau_M = \frac{My_{max}}{I_x} = \frac{MH/2}{(BH^3 - bh^3)/12} = \frac{8\times10^6\times161.2/2}{(105.6\times161.2^3 - 100\times153^3)/12}\text{MPa} = 73.8\text{MPa}$$

讨论：此两法由于假设不同，焊缝应力值略有差别。方法 1）认为各处应力相等，故应力值较小，现取 $\tau_M = 73.8\text{MPa}$。

（5）计算焊缝合成应力

查表 3-13 焊缝的静载许用应力，因被焊材料为 Q215，因此焊缝许用应力为 $[\tau'] = 140\text{MPa}$。

$$\tau = \sqrt{\tau_M^2 + \tau_F^2} = \sqrt{73.8^2 + 20.41^2}\text{MPa} = 76.57\text{MPa} < [\tau'] = 140\text{MPa}$$

因此验算强度合格。

题 2：如图 3-9 所示，拟将等边角钢 A 与钢板 B 焊接在一起。角钢与钢板材料均为 Q235 钢，承受静载荷 $F = 10^5\text{N}$。角钢边长为 $b = 63\text{mm}$，厚度为 5mm，剖面质心到一侧边的距离 $e_1 = 17.4\text{mm}$。设钢板和角钢强度足够，载荷通过角钢的剖面质心，试求：

1）确定焊接方法。

2）选择焊条牌号、确定焊缝的许用应力。

3）计算焊缝 l_1，l_2 的长度。

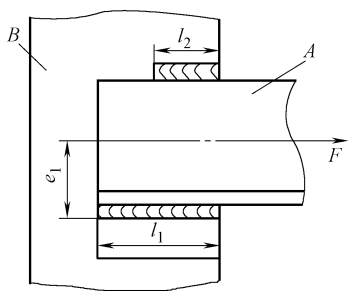


图 3-9　焊接设计实例题 2 图

解：

1. 确定焊接方法

因为被焊材料为 Q215，焊缝没有特殊要求，因此选择手工焊接。

2. 选择焊条型号

焊条一般选择碳钢焊条，考虑无特殊要求，查表 3-14 碳钢焊条，选择 E43 系列氧化铁型焊条。本题采用钛钙型 E4303 焊条。

从表 3-13 焊缝静载许用应力查得焊缝的许用应力 $[\tau] = 140\text{MPa}$。又由注可知：对于单边焊接的角钢，各许用应力降低 25% ，因此焊缝的许用应力为

$$[\tau] = 140\text{MPa}\times0.75 = 105\text{MPa}$$

3. 计算焊缝 l_1，l_2 的长度

（1）计算两侧焊缝承受的载荷

$$F_1 = F\frac{b - e_1}{b} = \frac{10^5\times(63 - 17.4)}{63}\text{N} = 72381\text{N}$$

$$F_2 = F\frac{e_1}{b} = \frac{10^5\times17.4}{63}\text{N} = 27619\text{N}$$

（2）求两侧焊缝长度

取焊脚与角钢厚度相同，即 $k=5\text{mm}$，则

$$l_1=\frac{F_1}{0.7k[\tau']}=\frac{72381}{0.7\times5\times105}\text{mm}=197\text{mm}$$

$$l_2=\frac{F_2}{0.7k[\tau']}=\frac{27619}{0.7\times5\times105}\text{mm}=75\text{mm}$$

注意：因外力作用线通过等边角钢剖面质心，所以两侧焊缝承受载荷不相等，焊缝长度也不相等。

题 3：如图 3-10 所示的焊接接头，被焊件材料均为 Q235 钢，两块钢板的厚度分别为：$b=170\text{mm}$，$b_1=80\text{mm}$，板厚 $\delta=12\text{mm}$，承受静载荷 $F=0.4\text{MN}$，试问：

1）选择焊接方法。

2）选择焊条牌号。

3）校核该接头的强度。

4）如承受变载荷 $F_{\max}=0.4\text{MN}$，$F_{\min}=0.2\text{MN}$，接头强度能否满足要求？

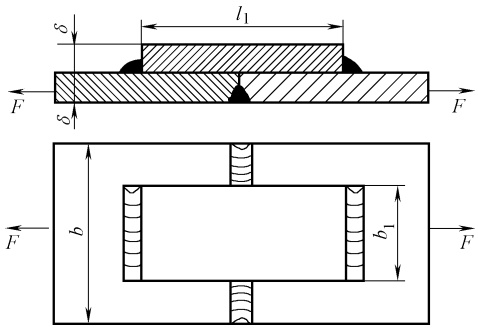


图 3-10　焊接设计实例题 3 图

解：

1. 确定焊接方法

因为被焊材料为 Q215，焊缝没有特殊要求，因此选择手工焊接。

2. 选择焊条型号

焊条一般选择碳钢焊条，考虑无特殊要求，查表 3-14 碳钢焊条，选择 E43 系列氧化铁型焊条。本题采用钛钙型 E4303 焊条。

3. 校核该接头的强度

从表 3-13 焊缝静载许用应力查得焊缝的许用应力：$[\tau]=140\text{MPa}$，$[\sigma']=180\text{MPa}$。

对接焊缝所能承受的载荷分别为

$$F_1\leqslant b\delta[\sigma']=170\times12\times180\text{kN}=367.2\text{kN}$$

$$F_2\leqslant2\times0.7\times b_1\delta[\tau']=2\times0.7\times80\times12\times140\text{kN}=188.16\text{kN}$$

焊缝所能承受的总载荷为：$F_\Sigma=F_1+F_2=(367.2+188.16)\text{kN}=555.36\text{kN}$

由于焊缝所受到的工作载荷为：$F=400\text{kN}$，所以满足强度条件。

4. 因为承受变载荷，因此焊缝的许用应力应考虑降低系数 γ

对于对接焊缝：$\gamma=\dfrac{1}{a-b\dfrac{F_{\min}}{F_{\max}}}=\dfrac{1}{1-0.5\times\dfrac{0.2}{0.4}}=1.33$

因此图中的对接焊缝的许用应力为：$[\sigma'] = 180 \div 1.33\text{MPa} = 135\text{MPa}$

对接焊缝所能承受的载荷分别为

$$F_1 \leqslant b\delta[\sigma'] = 170 \times 12 \times 135\text{kN} = 275.4\text{kN}$$

对于搭接焊缝：$\gamma = \dfrac{1}{a - b\dfrac{F_{\min}}{F_{\max}}} = \dfrac{1}{1.5 - 1 \times \dfrac{0.2}{0.4}} = 1$

$$F_2 \leqslant 2 \times 0.7 \times b_1\delta[\tau'] = 2 \times 0.7 \times 80 \times 12 \times 140\text{kN} = 188.16\text{kN}$$

焊缝所能承受的总载荷为：$F_\Sigma = F_1 + F_2 = (275.4 + 188.16)\text{kN} = 463.56\text{kN}$

由于焊缝所受到的工作载荷为：$F = 400\text{kN}$，所以满足强度条件。

题 4：图 3-11 所示为不对称侧面角焊缝，已知被焊件材料为 Q235 钢，角钢尺寸为（100 × 100 × 10）mm，截面形心 c 到一边外侧的距离 $a = 28.4\text{mm}$，静载荷 $F = 0.35\text{MN}$。

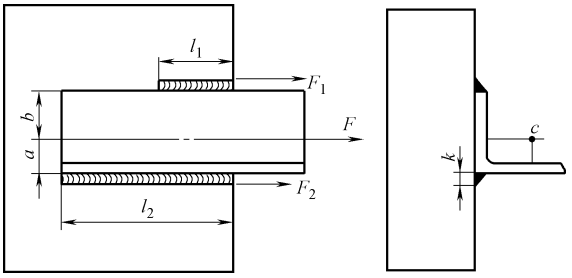


图 3-11　焊接设计实例题 4 图

1）试设计该不对称侧面角焊缝。

2）如果改为 80mm × 80mm × 8mm 的角钢和钢板构成侧焊缝，角钢的剖面积为：$A = 1230.3\text{mm}$，角钢抗拉许用应力 $[\sigma] = 200\text{MPa}$，从手册查得角钢的数据如下：$e_1 = 22.7\text{mm}$，试由等强度条件确定两个焊缝的长度。

解：

1. 因为被焊材料为 Q235，焊缝没有特殊要求，因此选择手工焊接。

焊条一般选择碳钢焊条，考虑无特殊要求，查表 3-14 碳钢焊条，选择 E43 系列氧化铁型焊条。本题采用钛钙型 E4303 焊条。

焊缝腰长 $k = \delta = 10\text{mm}$，从表 3-13 焊缝静载应力查得：焊缝的许用切应力：$[\tau] = 140\text{MPa}$，$[\sigma'] = 180\text{MPa}$

（1）求两侧焊缝承受的载荷

$$F_1 = F\frac{a}{a+b} = \frac{0.35 \times 10^6 \times 28.4}{100}\text{kN} = 99.4\text{kN}$$

$$F_2 = F\frac{b}{a+b} = \frac{0.35\times10^6\times\ (100-28.4)}{100}\text{kN} = 250.6\text{kN}$$

（2）求两侧焊缝长度：

已知 $k=10\text{mm}$，则

$$l_1 = \frac{F_1}{0.7k[\tau']} = \frac{99.4\times10^3}{0.7\times10\times140}\text{mm}\approx102\text{mm}$$

$$l_2 = \frac{F_2}{0.7k[\tau']} = \frac{250.6\times10^3}{0.7\times10\times140}\text{mm}\approx256\text{mm}$$

2. 按抗拉强度条件求角钢允许的承载力

$$F\leqslant A[\sigma] = 1230.3\times200\text{kN} = 246\text{kN}$$

求侧焊缝长度：

$$l\geqslant\frac{F}{0.7k[\tau']} = \frac{246\times10^3}{0.7\times8\times140}\text{mm} = 313.8\text{mm}$$

式中取腰高 $k=8\text{mm}$。

因为 $e_1=22.7\text{mm}$，$e_2=80-e_1=(80-22.7)\text{mm}=57.3\text{mm}$

所以 $\dfrac{l_1}{l_2}=\dfrac{e_1}{e_2}=\dfrac{57.3}{22.7}=2.524$，而 $l_1+l_2=l=313.8\text{mm}$

联立此两式，可解得：$l_1=224.8\text{mm}$，$l_2=89.05\text{mm}$，圆整后取：$l_1=225\text{mm}$，$l_2=90\text{mm}$。

题 5：如图 3-12 所示：被焊接板的材料为 Q255，搭接焊缝尺寸如图，腰高 $k=8\text{mm}$，若受到静拉力 $F=130\text{kN}$，试问：

1）焊缝强度是否足够？

2）若 F 改为变载荷，循环特性 $r=0.5$，其他条件不变，试问焊缝强度够否？

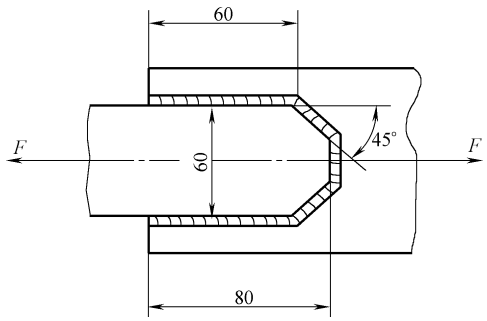


图 3-12　焊接设计实例题 5 图

解：

1. 从图 3-12 可知：焊缝总长 $l=[2\times60+20+2\times(80-60)/\cos45°]\text{mm}=196.6\text{mm}$

因为被焊材料为 Q255，焊缝没有特殊要求，焊条一般选择碳钢焊条，查表 3-14 碳钢焊条，选择 E43 系列氧化铁型焊条。

焊缝腰高 $k=\delta=8\text{mm}$，从表 3-13 焊缝静载许用应力查得焊缝的许用切应力：$[\tau]=140\text{MPa}$。

焊缝所受的切应力为：

$$\tau = \frac{F}{0.7kl} = \frac{130 \times 10^3}{0.7 \times 8 \times 196.6}\text{MPa} = 118\text{MPa} < [\tau] = 140\text{MPa}$$

因此焊缝强度足够。

2. F 改为变载荷时，焊缝许用应力降低系数为

$$\gamma = \frac{1}{a - b\dfrac{F_{\min}}{F_{\max}}} = \frac{1}{2 - 1.2 \times 0.5} = 0.714$$

式中：查表 3-15 系数 a、b 的数值，被焊件为碳钢钢板，因此：$a = 2$，$b = 1.2$。因为题目已给循环特性 $r = 0.5$，也就是$\dfrac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = 0.5$。

因此焊缝的许用应力为：$[\tau]_v = \gamma[\tau] = 0.714 \times 140\text{MPa} = 100\text{MPa}$

由（1）计算结果可知：$\tau = 118\text{MPa} > [\tau']_v = 100\text{MPa}$，故焊缝强度不足。

3.6.3　过盈连接设计实例

题 1：设计如图 3-13 所示的组合蜗轮的过盈配合，已知蜗轮轮缘用 ZQSn10P1 制成，轮心用 HT150 制成，要求传递转矩 $T = 3500\text{N}$，轴向力 $F = 5\text{kN}$，尺寸如图 3-13 所示。

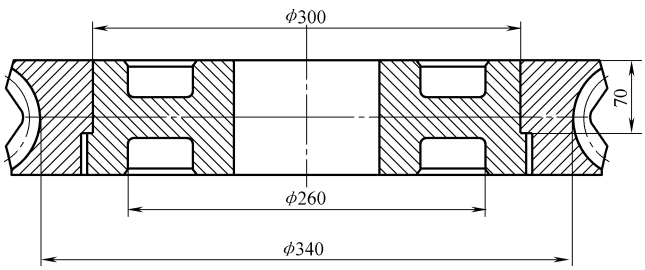


图 3-13　过盈连接设计实例题 1 图

解：

解题分析：这类过盈连接的设计问题通常分三步进行：

1）由传递载荷计算所需过盈量及选配合。

2）验算强度。

3）计算轮缘装配加热温度。

具体设计过程如下：

1. 计算所需过盈量及选配合

（1）求压强

蜗轮轮缘与轮心应采用过盈配合，设蜗轮轮缘孔表面粗糙度值均为$\sqrt{3.2}$，轮心表面粗糙度值均为$\sqrt{1.6}$。查表 3-16 加工方法、表面粗糙度及表面微观不平度十点高度 Rz：蜗轮轮缘孔的表面微观不平度十点高度 Rz 为 10，轮心表面的表面微观不平度十点高度 Rz 为 6.3。查表 3-17 摩擦因数：装配方式按压入法，钢对青铜，按无润滑考虑，摩擦因数 $f=0.15\sim0.20$，本题取 0.18。

求配合面至少应有的压强（为传递载荷）为

$$p_{\min}=\frac{\sqrt{F^2+\left(\frac{2T}{d}\right)^2}}{\pi dlf}=\frac{\sqrt{5000^2+\left(\frac{2\times3500\times10^3}{300}\right)^2}}{\pi\times300\times70\times0.18}\text{MPa}\approx2\text{MPa}$$

（2）计算保证此压强的最小过盈量 $\Delta'_{\min}$

查表 3-18 常用材料的弹性模量及泊松比：轮心材料灰铸铁 HT150 的弹性模量 $E_1=1.2\times10^5\text{MPa}$，泊松比 $\mu_1=0.3$；蜗轮轮缘材料 ZQSn10P1 的弹性模量 $E_2=1.03\times10^5\text{MPa}$，泊松比 $\mu_2=0.3$。

如图 3-13 所示，将配合处尺寸简化为厚壁筒尺寸，则：$d_1=260\text{mm}$，$d_2=340\text{mm}$，$d=300\text{mm}$。被包容件的刚度系数为

$$c_1=\frac{d^2+d_1^2}{d^2-d_1^2}-\mu_1=\frac{300^2+260^2}{300^2-260^2}-0.3=6.736$$

包容件的刚度系数为

$$c_2=\frac{d_2^2+d^2}{d_2^2-d^2}+\mu_2=\frac{340^2+300^2}{340^2-300^2}+0.3=8.331$$

保证此压强的最小过盈量 $\Delta'_{\min}$ 为

$$\Delta'_{\min}=p_{\min}d\left(\frac{c_1}{E_1}+\frac{c_2}{E_2}\right)=2\times300\left(\frac{6.736}{1.2\times10^5}+\frac{8.331}{1.03\times10^5}\right)\times10^3\mu\text{m}=82.21\mu\text{m}$$

（3）选配合

为保证需要的精度，轮缘孔采用 7 级精度，轮心采用 6 级精度。为保证压强的最小过盈量 $\Delta'_{\min}$，选择过盈配合：$\phi300\text{H7/s6}$。

查表 2-42 孔的极限偏差：孔的上下偏差值为：$\phi300^{+0.052}_{0}\text{mm}$；查表 2-41 轴的极限偏差：轴的上下偏差值为：$\phi300^{+0.202}_{+0.170}\text{mm}$，最小过盈量：

$$\Delta_{\min}=(170-52)\mu\text{m}=118\mu\text{m}>\Delta'_{\min}=82.21\mu\text{m}$$

说明选择的过盈配合 $\phi300\text{H7/s6}$ 是合适的。

如果选用另一种过盈配合，即 $\phi300\text{H7/r6}$：孔的上下偏差值仍为：$\phi300^{+0.052}_{0}\text{mm}$；查表 2-41 轴的极限偏差，轴的上下偏差值为：$\phi300^{+0.130}_{+0.098}\text{mm}$，最小过盈量

$$\Delta_{\min}=(98-52)\mu m=46\mu m<\Delta'_{\min}=82.21\mu m$$

说明选择的过盈配合 ϕ300H7/r6 不合理。

2. 验算强度

（1）计算最大压强 $p_{\max}$

计算最大过盈量：$\Delta_{\max}=(202-0)\mu m=202\mu m$，利用最小过盈量和最小压强的比例关系求最大压强 $p_{\max}$，即

$$p_{\max}=\frac{p_{\min}}{\Delta'_{\min}}\Delta_{\max}=\frac{2}{82.21}\times 202MPa=4.91MPa$$

由于温差装配，设计过盈量不必过大。

（2）确定许用应力

查表 3-20 得 HT150 抗拉强度为 $\sigma'_{b1}=130MPa$（按厚度为 $\frac{300-260}{2}mm=20mm$ 查得），而灰铸铁抗压强度一般为抗拉强度的 5 倍，因此 HT150 的抗压强度为：$\sigma_{b1}\approx 5\times\sigma'_{b}=5\times 130MPa=650MPa$；查表 3-21 铸造铜合金的力学性能：ZQSn10P1 按砂型铸造，得 ZQSn10P1 的抗拉强度为：$\sigma_{b2}=220MPa$，按屈强比为 0.6 计，屈服极限 $\sigma_{s2}=0.6\sigma_{b2}=0.6\times 220MPa=132MPa$。

（3）强度验算

轮心为脆性材料，按第一强度理论可得最大计算压应力为

$$\sigma_1=\frac{2p_{\max}d^2}{d^2-d_1^2}=\frac{2\times 4.79\times 300^2}{300^2-260^2}MPa=38.49MPa<\sigma_{b1}=650MPa$$

轮芯强度合格。

轮缘为塑性材料，按第三强度理论可得最大计算拉应力为

$$\sigma_2=\frac{2p_{\max}d_2^2}{d_2^2-d^2}=\frac{2\times 4.79\times 340^2}{340^2-300^2}MPa=43.26MPa<\sigma_{s2}=132MPa$$

轮缘强度合格。

3. 计算轮缘装配加热温度

计算最小装配间隙

$$\Delta_0\geqslant 1.2(R_{z1}+R_{z2})\geqslant 1.2\times(6.3+10)\mu m=19.56\mu m$$

查表 3-19：按加热温度为 20 ~ 300℃ 考虑，青铜线胀系数为 $\alpha=18.2\times10^{-6}/℃$，因此轮缘的加热温度为

$$\Delta t=\frac{\Delta_{\max}+\Delta_0}{\alpha d}=\frac{202+19.6}{18.2\times10^{-6}\times 300\times10^{3}}℃=40.58℃$$

题 2：一个整体式蜗轮与轴的结构设计如图 3-14 所示，蜗轮与轴的配合选为过盈配合：$\phi 60\frac{H7}{r6}$，蜗轮内孔表面粗糙度值均为$\sqrt{3.2}$，轴的表面粗糙度值为$\sqrt{1.6}$，蜗轮材料为 ZQSn10P1，轴的材料为 45 钢，采用压入法装配，试求：

1）此过盈配合能传递多大转矩。

2）计算所需的最大装拆力。

解：

1. 此过盈配合能传递的转矩

（1）计算最小过盈量

题目给出 $\phi 60\frac{H7}{r6}$ 的过盈配合，查表 2-41 轴的极限偏差，轴的上下偏差值为：$\phi 60^{+0.060}_{+0.041}$ mm，孔 $\phi 60^{+0.030}_{0}$ mm。

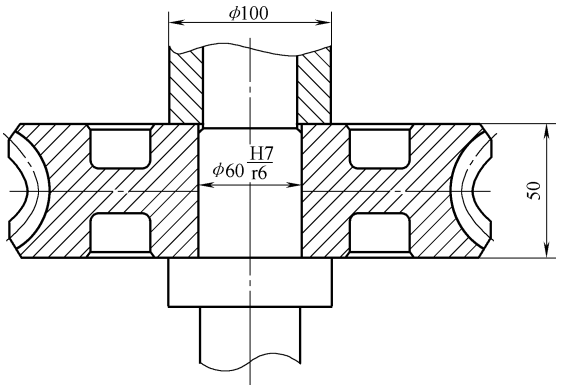


图 3-14　过盈连接设计题 2 图

根据已知蜗轮内孔的表面粗糙度值均为$\sqrt{3.2}$，查表 3-16：蜗轮轮缘孔的表面微观不平度十点高度 $R_{z2}=10\mu m$；已知轴的表面粗糙度值为$\sqrt{1.6}$，查表 3-16：轴的表面微观不平度十点高度 $R_{z1}=6.3\mu m$。

已知装配方式按压入法，查表 3-17 摩擦因数：钢对青铜，按无润滑考虑，摩擦因数 $f=0.15\sim0.20$，本例题取 0.15。

查表 3-18 常用材料的弹性模量及泊松比：蜗轮轮缘材料 ZQSn10P1 的弹性模量 $E_2=1.03\times10^5$MPa，泊松比 $\mu_2=0.3$；轴材料为 45 钢，查得弹性模量 $E_1=2.06\times10^5$MPa，泊松比 $\mu_1=0.3$。

（2）确定此配合能传递的最大转矩

由配合可得最小过盈量为

$$\Delta_{min}=(41-30)-0.8(R_{z1}+R_{z2})=[(41-30)-0.8(6.3+10)]\mu m=5.16\mu m$$

该连接简化为厚壁圆筒的尺寸为：$d_1=0$，$d_2=100$mm，$d=60$mm，因此刚度系数为

$$c_1=\frac{d^2+d_1^2}{d^2-d_1^2}-\mu_1=\frac{60^2+0^2}{60^2-0^2}-0.3=0.7$$

$$c_2=\frac{d_2^2+d^2}{d_2^2-d^2}+\mu_2=\frac{100^2+60^2}{100^2-60^2}+0.3=2.425$$

配合的最小径向压力为

$$p_{\min}=\frac{\Delta_{\min}}{d\left(\frac{c_1}{E_1}+\frac{c_2}{E_2}\right)\times10^3}=\frac{5.16}{60\times\left(\frac{0.7}{10^5}+\frac{2.425}{10^5}\right)\times10^3}=2.752\text{MPa}$$

所能传递的转矩为

$$T\leqslant\frac{1}{2}\pi p_{\min}d^2lf\leqslant\frac{1}{2}\times\pi\times2.752\times60^2\times50\times0.15\text{N}\cdot\text{m}\leqslant116.72\text{N}\cdot\text{m}$$

2. 确定压入法装配时所需的最大装拆力

由配合可知：最大过盈 $\delta_{\max}=60\mu\text{m}$。因采用压入法装配，考虑配合表面微观峰尖被擦去一部分，故配合面间的最大径向压力为

$$p_{\max}=\frac{\delta_{\max}-0.8\ (R_{z1}+R_{z2})}{d\left(\frac{c_1}{E_1}+\frac{c_2}{E_2}\right)\times10^3}=\frac{60-0.8\ (6.3+10)}{60\times\left(\frac{0.7}{10^5}+\frac{2.425}{10^5}\right)\times10^3}\text{MPa}=28.896\text{MPa}$$

最大压入力为

$$F_i=\pi fdlp_{\max}=\pi\times0.15\times60\times50\times28.896\text{kN}=40.85\text{kN}$$

最大压出力为

$$F_0=(1.3\sim1.5)F_i=(1.3\sim1.5)\times40.85\text{kN}=(53.105\sim61.275)\text{kN}$$

注意：过盈连接最大径向压力的计算公式只适用于弹性变形范围，而不适用于塑性变形范围。另外，它没有计入离心力的影响，因而也不适用于高转速的过盈连接。过盈连接设计的难点在于确定相配零件的过盈量。相配零件的最小过盈量应保证在传递外载荷是零件间不发生相对滑动。若用压入法装配，还须计入配合表面压入时擦伤而使过盈量的减少。

题 3：图 3-15 所示的铸锡磷青铜蜗轮轮圈与铸铁轮心采用过盈连接，设连接零件本身的强度足够，试设计该过盈连接，并求此连接允许传递的最大转矩。

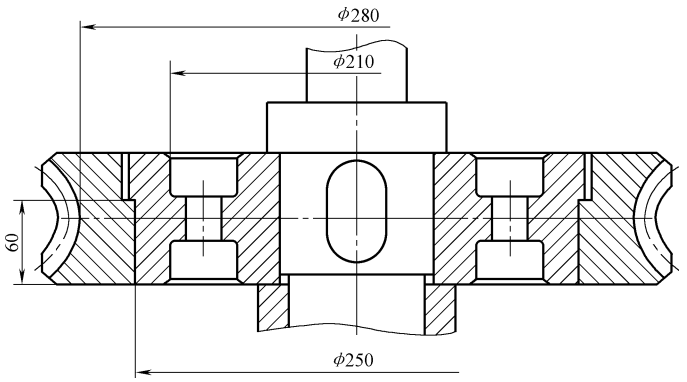


图 3-15　过盈连接设计实例题 3 图

解：

1. 选择过盈配合，计算最小过盈量

本例选用过盈配合 H8/t7，并选择配合表面的粗糙度值均为$\sqrt{3.2}$。

查表 2-42 孔的极限偏差 H8：孔的公差为：$\phi250^{+0.072}_{0}$mm；

查表 2-41 轴的极限偏差 t7：轴公差为 $\phi250^{+0.242}_{+0.196}$mm，最小有效过盈量为

$$\delta_{\min}=(196-72)\mu m=124\mu m$$

根据已知蜗轮内孔的表面粗糙度值为$\sqrt{3.2}$，查表 3-16 加工方法、表面粗糙度及表面微观不平度十点高度 Rz：蜗轮轮缘孔的表面微观不平度十点高度为 $R_{z2}=10\mu m$；已知铸铁轮心的表面粗糙度值也为$\sqrt{3.2}$，所以铸铁轮心的表面微观不平度十点高度 $R_{z1}=10\mu m$。

最小过盈量为：

（1）压入法

$$\Delta_{\min}=\delta_{\min}-0.8(R_{z1}+R_{z2})=[124-0.8\times(10+10)]\mu m=108\mu m$$

（2）温差法（胀缩法）

$$\Delta_{\min}=\delta_{\min}=124\mu m$$

2. 求此连接允许传递的最大转矩

（1）计算配合面间的最小径向压力

查表 3-18：蜗轮轮缘材料 ZQSn10P1 的弹性模量 $E_1=1.03\times10^5$MPa，泊松比 $\mu_1=0.3$；铸铁材料弹性模量在 $E_2=1.18\sim1.26$MPa 之间，本题取平均值，即：$E_2=1.22\times10^5$MPa，泊松比 $\mu_2=0.3$。

则求得刚度系数分别为

$$c_1=\frac{d^2+d_1^2}{d^2-d_1^2}-\mu_1=\frac{250^2+210^2}{250^2-210^2}-0.3=5.794$$

$$c_2=\frac{d_2^2+d^2}{d_2^2-d^2}+\mu_2=\frac{280^2+250^2}{280^2-250^2}+0.3=8.862$$

采用两种方法装配，配合面间的最小径向压力分别为：

压入法

$$p_{\min}=\frac{\Delta_{\min}}{d\left(\frac{c_1}{E_1}+\frac{c_2}{E_2}\right)\times10^3}=\frac{108}{250\times\left(\frac{5.794}{1.3\times10^5}+\frac{8.862}{1.13\times10^5}\right)\times10^3}\text{MPa}=3.51\text{MPa}$$

温差法（胀缩法）

$$p_{\min}=\frac{\Delta_{\min}}{d\left(\frac{c_1}{E_1}+\frac{c_2}{E_2}\right)\times10^3}=\frac{124}{250\times\left(\frac{5.794}{1.3\times10^5}+\frac{8.862}{1.13\times10^5}\right)\times10^3}\text{MPa}=4.033\text{MPa}$$

（2）计算允许传递的最大转矩

压入法

查表 3-17，钢对青铜，按无润滑考虑，摩擦因数 $f = 0.15 \sim 0.20$，本题取 0.15，允许传递的最大转矩为

$$T \leqslant \frac{1}{2}\pi p_{\min} d^2 l f = \frac{1}{2} \times \pi \times 3.51 \times 250^2 \times 60 \times 0.15\text{N} \cdot \text{m} = 3101\text{N} \cdot \text{m}$$

温差法（胀缩法）

钢对青铜，因为通常不采用温差法（胀缩法），因此查表 3-17 查不到摩擦因数 f。如果采用温差法（胀缩法），可按无润滑考虑，取摩擦因数，$f = 0.1$，则允许传递的最大转矩为

$$T \leqslant \frac{1}{2}\pi p_{\min} d^2 l f = \frac{1}{2} \times \pi \times 4.033 \times 250^2 \times 60 \times 0.1\text{N} \cdot \text{m} = 2375.6\text{N} \cdot \text{m}$$

第 4 章　螺 旋 传 动

4.1　基本理论及设计方法

4.1.1　螺旋传动的用途和分类

1. 螺旋传动的用途

螺旋传动是由螺杆与螺母组成，螺旋传动是通过螺杆和螺母的旋合传递运动和动力。它主要是将旋转运动变成直线运动，以较小的转矩得到很大的推力，或者用以调整零件的相互位置。当螺旋不自锁时，也可以将直线运动变成旋转运动。

螺旋传动在工程上最常用的例子是机床的进给机构，如图 4-1 所示，螺杆（丝杠）1 和螺母 3 构成螺旋传动，螺杆（丝杠）1 在电动机的驱动下转动，螺母 3 移动，螺母 3 与刀具 2 固接在一起，因此刀具 2 实现左右移动，从而完成刀具的切削运动。

螺旋传动在工程上另一种常用的例子是螺旋千斤顶或螺旋压力机，如图 4-2 所示：螺杆（丝杠）1 和螺母 3 构成螺旋传动，螺母固定在底座上，螺杆转动并上下移动，从而顶起或放下重物 3。

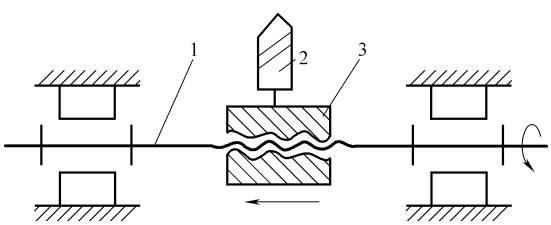


图 4-1　机床的进给机构示意图
1—螺杆（丝杠）　2—刀具　3—螺母

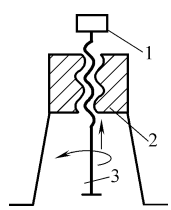
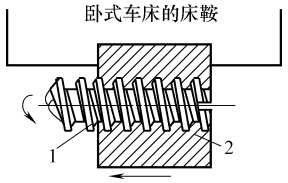
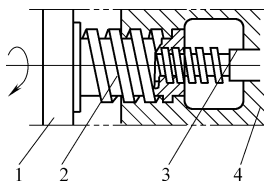
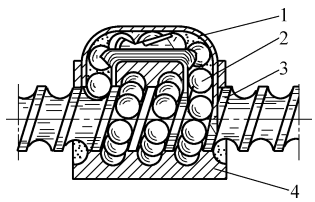


图 4-2　螺旋千斤顶示意图
1—重物　2—螺母
3—螺杆（丝杠）

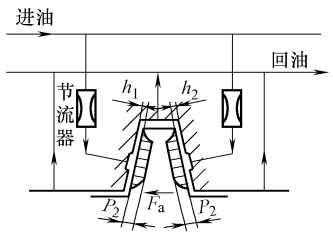
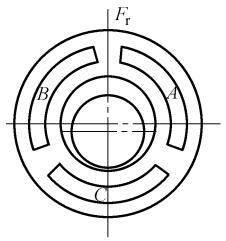
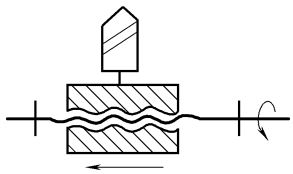
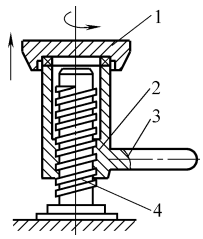
2. 螺旋传动的分类

工程上常用螺旋传动的类型特点及应用见表 4-1。

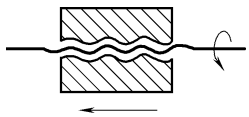
表 4-1 常用螺旋传动的类型特点及应用

类型		结构	特点	应用举例
按摩擦副的性质分	滑动螺旋传动	普通滑动螺旋  1—螺杆 2—开合螺母	1）结构简单，加工方便 2）摩擦阻力大，传动效率低（通常为30%～60%） 3）易于自锁 4）运转平稳，但低速或微调时可能出现爬行 5）螺纹有侧向间隙，反向时有空行程，定位精度 6）轴向刚度较差（采用消隙机构可提高定位精度） 7）磨损快	金属切割机床的进给机构、分度机构、传动螺旋、摩擦压力机、千斤顶的传力螺旋
		差动滑动螺旋  1—手轮 2—螺杆 3—移动螺杆 4—机架	由两个螺旋副组成的使活动的螺母与螺杆产生差动（即不一致）的螺旋传动称为差动螺旋传动 差动螺旋传动机构可以产生极小的位移，而其螺纹的导程并不需要很小，加工较容易	用于测微器、计算机、分度机及诸多精密切削机床、仪器和工具
	滚动螺旋传动	 1—滚珠循环装置 2—滚珠 3—螺杆 4—螺母	1）摩擦阻力小，传动效率高（一般在90%以上） 2）结构较复杂，制造工艺要求高，成本较高 3）运转平稳，起动时无振动，低速时不爬行 4）螺母和螺杆经调整预紧，可得到很高的定位精度（5μm/300mm）和重复定位精度（1～2μm），并可以提高轴向刚度 5）寿命长，不易发生故障 6）抗冲击能力较差 7）不自锁，要求自锁时需附加自锁装置	数控机床，特别是加工中心；精密机床；测试机械；仪器的传动螺旋和调整螺旋；飞机导弹、船舶、铁路等自控系统的传动螺旋和传力螺旋等

（续）

类型		结　构	特　点	应用举例
按摩擦副的性质分	静压螺旋传动	受轴向力时  受径向力时  	1）螺纹副之间为液体摩擦，靠外部液压系统提供压力油使螺杆、螺母的螺纹牙间产生压力油膜而分隔开，摩擦阻力极小，转动效率高（可达99%） 2）工作平稳，无爬行现象 3）反向时无空行程定位精度高，并有很高的轴向刚度 4）磨损小，寿命长 5）需要一套压力稳定，温度恒定，过滤要求较高的供油系统 6）结构复杂，造价高	数控机床，特别是加工中心等精密机床进给、分度机构的传动螺旋等
按用途分	传导螺旋		1）速度高、能连续工作、精度高 2）以传递运动为主，有时也承受大的轴向力	机床的进给机构
	传力螺旋	 1—托盘　2—螺母　3—手柄　4—螺杆	1）度低、间歇工作 2）通常能自锁 3）以较小的转矩产生大的轴向力 4）以传递动力为主	螺旋千斤顶、加压螺旋等

（续）

类型		结　构	特　点	应用举例
按用途分	调整螺旋		1）受力较小且不经常转动 2）调整以及固定零件间的相对位置	机床、仪器及测试装置中的微调螺旋

4.1.2　滑动螺旋传动的设计方法

1. 设计准则及设计方法概述

因为滑动螺旋螺纹副之间的摩擦性质为滑动摩擦，因此滑动螺旋传动磨损是最主要的一种失效形式，它会引起传动精度下降，并使强度下降。影响磨损的因素是：工作面的比压、螺纹表面质量、滑动速度和润滑状态等，其中工作面的比压是主要影响因素。

针对螺纹副磨损这种主要失效形式，为了防止磨损，通常按耐磨性设计出螺杆中径或螺母圈数，再校核其他各项承载能力，例如：螺杆的强度；螺母螺纹牙的强度；要求自锁的螺杆应校核其自锁性；当螺杆受压力，其长径比又很大时，容易产生侧向弯曲，应校核其稳定性螺杆的稳定性；转速高而长的螺杆，可能产生横向振动，还应校核其临界转速等。

精密的传动螺旋应校核螺杆的刚度（有时就是根据刚度确定其直径）。调整螺旋和部分传力螺旋要求自锁时，应采用单线螺纹；为了提高传动效率以及要求较高的直线运动速度，可采用多线螺纹，以得到较大的螺纹升角和导程。

螺旋传动常用的螺纹类型是：梯形螺纹、矩形螺纹和锯齿形螺纹，以梯形螺纹为例，说明动螺旋传动的设计方法。

（1）耐磨性设计计算

耐磨性计算主要是限制螺纹工作面上压强 p 要小于材料的许用压强。因为螺母的材料较弱，磨损多发生在螺母上，因此，只需要计算螺母。

将螺母的一圈螺纹牙展开，如图 4-3 所示：设轴向力为 F，相旋合圈数为 Z。$Z=H/P$，此处 H 为螺母厚度，P 为螺距，则得出耐磨性的验算式为：

$$P=\frac{F/Z}{A}=\frac{F/Z}{\pi d_2 h}=\frac{FP}{\pi d_2 hH}\leqslant[p]$$

式中　d_2——螺纹中径(mm)；

P——螺纹的螺距(mm)；

h——螺纹工作高度(mm)，梯形和矩形螺纹为 $h=0.5P$，锯齿形螺纹为 $h=0.75P$；

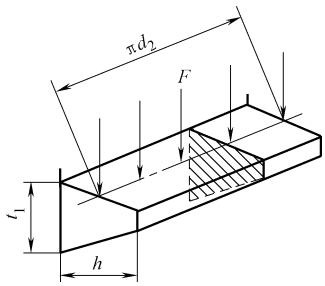


图 4-3　螺母螺纹牙展开图

Z——螺母厚度(mm);

$[p]$——许用压强(MPa),见表 4-7。

为得出设计式,消掉一个未知数,因此引入一个螺母厚度系数 ϕ,令 $\phi = H/d_2$,代入上式得出螺纹中径 d_2 的设计式

$$d_2 \geqslant \sqrt{\frac{FP}{\pi\phi h[p]}}$$

设计出的 d_2 必须查螺纹标准，取标准值。

(2) 自锁性验算

对有自锁性要求的螺旋副，如起重螺旋要进行自锁性验算。自锁条件为

$$\varphi \leqslant \arctan\frac{L}{\pi d_2} = \arctan\frac{nP}{\pi d_2} \leqslant \rho_v$$

$$\rho_v = \cot^{-1}\mu_v$$

式中　φ——螺纹升角（°）;

n——螺纹的线数;

P——螺纹的螺距（mm）;

L——螺纹的导程（mm）;

d_2——螺纹的中径（mm）;

μ_v——当量摩擦因数，见表 4-4;

ρ_v——当量摩擦角（°）。

(3) 螺杆的强度计算

螺杆工作时同时受轴向压力（或拉力）F 与力矩 T 的作用，螺杆螺纹的截面受拉（压）应力与扭剪应力的复合作用，根据第四强度理论得

$$\sigma=\sqrt{\sigma^2+3\tau^2}=\sqrt{\left(\frac{4F}{\pi d_1^2}\right)^2+3\left(\frac{T}{W_T}\right)^2}\leqslant[\sigma]$$

式中　d_1——螺纹小径（mm）；

W_T——抗扭截面模量（mm^3）；

T——螺纹力矩（N·mm），$T=F\times\tan(\varphi+\rho_v)\times d_2/2$

$[\sigma]$——螺杆材料许用应力（MPa），见表4-8。

（4）螺母螺纹牙强度计算

一般情况下，螺母材料的强度低于螺杆，因此，螺纹牙的剪断和弯断均发生在螺母上，所以只需要计算螺母的螺纹牙强度即可。参看图4-3，将螺母一圈螺纹沿螺纹大径处展开，则螺母螺纹牙的受力相当于悬臂梁的受力，因此得出螺母螺纹牙根部危险剖面的抗弯强度条件为

$$\sigma_b=\frac{M}{W}=\frac{3Fh}{\pi dt_1^2Z}\leqslant[\sigma]_b$$

抗剪强度条件为

$$\tau=\frac{3Fh}{\pi dt_1^2Z}\leqslant[\tau]$$

式中　d——螺母的外径（mm）；

t_1——螺纹牙底宽（mm）；梯形螺纹：$t_1=0.65P$；矩形螺纹：$t_1=0.5P$；锯齿形螺纹 $t_1=0.75P$；

Z——螺母的圈数；

h——螺纹工作高度（mm），梯形和矩形螺纹为 $h=0.5P$，锯齿形螺纹为 $h=0.75P$；

$[\sigma_b]$、$[\tau]$——许用弯曲应力和许用切应力（MPa），见表4-8。

如果螺母与螺杆材料相同，则其许用弯曲应力和许用切应力应当相差不多，因为螺杆根径 d_1 小于螺母的外径 d，故应验算螺杆，但是，此时公式中的 d 应改为 d_1，其余相同。

（5）稳定性计算

当螺杆较细长且受较大轴向压力时，可能会侧向弯曲而丧失稳定性，因此螺杆所承受的轴向压力应小于其临界载荷。螺杆受压时的稳定性验算式为

$$S_{SC}=\frac{F_{cr}}{F}\geqslant S_S$$

式中　S_{SC}——螺杆稳定性的计算安全系数；

S_S——螺杆稳定性计算的许用安全系数，对于传导螺旋：$S_S=2.5\sim4.0$；对于传力螺旋：$S_S=3.5\sim5.0$：对于精密螺旋或水平螺杆：$S_S>4$；

F——螺杆所受的压力（N）；

F_{cr}——螺杆的临界载荷

$$F_{cr}=\frac{\pi^2 EI}{(\beta l)^2}$$

式中 E——螺杆材料的拉压弹性模量（MPa），对于钢，$E=2.06\times10^5$；

I——螺杆危险截面惯性矩（mm^4），$I=\pi d_1^4/64$；

β——螺杆的长度系数，见表 4-6 螺杆的长度系数 μ，与螺杆端部支承方式有关：一般螺旋起重器当螺杆的长度与直径之比大于 10，可按一端固定、一端自由考虑，取 $\beta=2$；当螺杆的长度与直径之比小于 10 可按一端铰支，一端不完全固定，取 $\beta=0.7$。

l——螺杆的工作长度（mm）。

当柔度 $\lambda\leqslant40$ 时，可不必进行稳定性验算。

因滑动螺旋传动的效率低，因此，粗略计算时也可不必计算传动效率。

2. 常用材料及热处理

针对螺旋传动的主要失效形式是磨损，因此材料选择应首先考虑采用耐磨材料以及考虑螺杆和螺母配对时摩擦因数小。因螺杆细长，通常采用硬材料，例如钢和合金钢；配对螺母采用软材料且与螺杆组合时摩擦因数小，通常采用锡青铜等。表 4-2 及表 4-3 列出螺杆和螺母工程上常用的材料及其热处理方法。

3. 滑动螺旋传动的精度

梯形螺纹是传力螺纹中应用最广的一种螺纹，新的国家标准对梯形螺纹的牙型、尺寸、直径与螺距以及公差（含旋合长度等）等进行了详细规定，详见本书表 1-44 梯形螺纹公差、表 1-43 梯形螺纹的基本尺寸、表 1-42 梯形螺纹直径与螺距系列、表 1-40 梯形螺纹牙型。

锯齿形螺纹也是一种常用的传力螺纹，2008 年国家重新修订了锯齿形螺纹的标准，对锯齿形螺纹的牙型公差、尺寸、直径与螺距等进行了详细规定，详见本书表 1-55 锯齿形螺纹的牙型、表 1-56 锯齿形螺纹直径与螺距系列、表 1-57 锯齿形螺纹的基本尺寸、表 1-58 锯齿形螺纹公差。

对于做精确运动的传导螺旋（如金属切削机床的丝杠）不仅要传递运动和动力，有的还要精确地传递位移或定位。螺杆的螺旋线误差、螺距误差、中径尺寸变动量、牙形角的偏差等都会影响其传动精度，尚需分项目提出严格要求，为适应不同精度等级的要求，设置了相应的公差，详情请查相关资料。

4.1.3 滚动螺旋传动

用滚动体在螺纹工作面间实现滚动摩擦的螺旋传动，又称滚珠丝杠传动。螺杆和旋合螺母的螺纹滚道间置有滚动体，当螺杆或螺母转动时，滚动体在螺纹滚道内

滚动，使螺杆和螺母作相对运动时成为滚动摩擦，提高了传动效率和传动精度。多数滚动螺旋的螺母（或螺杆）上有滚动体的循环通道，工作时形成循环回路，使滚动体在螺纹滚道内循环。

滚动螺旋按滚珠循环方式的不同，分为外循环和内循环两种。

钢珠在回路过程中离开螺旋表面的称为外循环，钢珠在整个循环过程中始终不脱离螺旋表面的称为内循环。内循环螺母上开有侧孔，孔内镶有反向器将相邻两螺纹滚道联通起来，钢珠越过螺纹顶部进入相邻滚道，形成一个循环回路。因此一个循环回路里只有一圈钢珠和一个反向器。一个螺母常设置 2～4 个回路。外循环的导路为一导管，将螺母中几圈滚珠联成一个封闭循环。外循环的螺母加工方便，但径向尺寸较大。为提高传动精度和轴向刚度，除采用滚珠与螺纹选配外，常用各种调整方法以实现预紧。外循环螺母只需前后各设一个反向器即可，但为了缩短回路滚道的长度也可在一个螺母中分为两个或三个回路。

在 JB/T 3162.4—1993 中，将滚动螺旋传动称为滚珠丝杆副。根据用途的不同将滚动螺旋副分为两类：定位滚珠丝杆副（称 P 类）和传动滚珠丝杆副（称 T 类）。定位滚动螺旋副：通过转角或导程用以控制轴向位移量的滚动螺旋副。传动滚珠丝杆副是用于传递动力的滚动螺旋副，与转角无关。

滚动螺旋传动的摩擦因数、效率、磨损、寿命、抗爬行性能、传动精度和轴向刚度等虽比静压螺旋传动稍差，但远比滑动螺旋传动为好。滚动螺旋传动的效率一般在 90% 以上，它不自锁，具有传动的可逆性，但结构复杂，制造精度要求高，抗冲击性能差。目前已广泛地应用于机床、飞机、船舶和汽车等要求高精度或高效率的场合。

4.1.4　静压螺旋传动

螺纹工作面间形成液体静压油膜润滑的螺旋传动称为静压螺旋传动。静压螺旋传动摩擦因数小，传动效率可达 99%，无磨损和爬行现象，无反向空程，轴向刚度很高，不自锁，具有传动的可逆性，但螺母结构复杂，而且需要有一套压力稳定、温度恒定和过滤要求高的供油系统。静压螺旋常被用作精密机床进给和分度机构的传导螺旋。这种螺旋采用螺纹牙较高的梯形螺纹。在螺母每圈螺纹中径处开有 3～6 个间隔均匀的油腔。同一母线上同一侧的油腔连通，用一个节流阀控制。液压泵将精滤后的高压油注入油腔，油经过摩擦面间缝隙后再由牙根处回油孔流回油箱。当螺杆未受载荷时，牙两侧的间隙和油压相同。当螺杆受向左的轴向力作用时，螺杆略向左移，当螺杆受径向力作用时，螺杆略向下移。当螺杆受弯矩作用时，螺杆略偏转。由于节流阀的作用，在微量移动后各油腔中油压发生变化，螺杆平衡于某一位置，保持某一油膜厚度。

4.2 螺旋传动的实用设计数据

4.2.1 常用螺旋传动的材料性能及尺寸公差

1. 螺杆常用材料及热处理方法（见表 4-2）

表 4-2 螺杆常用材料及热处理方法

螺杆材料	热处理方法	推荐应用举例
Q235、Q255、45、50	材料不经热处理	用于经常运动、受力不大、转速较低的传动
45	正火 170～200HBW 低温回火 45～50HRC	中等精度的一般传动
40Cr、40CrMn	调质 230～280HBW 淬火 低温回火 45～50HRC	用于重载、转速较高的重要传动
65Mn	表面淬火、低温回火 45～50HRC	
T10、T12	球化调质 200～230HBW，淬火、低温回火 56～60HRC	有较高的耐磨性，用于精度较高的重要传动
20CrMnTi	渗碳、高频淬火 56～62HRC	
9Mn2V、CrWMn	淬火、低温回火 55～60HRC	耐磨性高，有较好的尺寸稳定性，用于精密传导螺旋传动
38CrMoAI	氮化、氮化层深 0.45～0.6mm 850HV	

2. 螺母材料及其选用（见表 4-3）

表 4-3 螺母材料及其选用

螺母材料	特 点 应 用
ZCuSn10Pl ZCuSn10Zn2 ZCuSn5Pb5Zn5	材料耐磨性好，和钢制螺杆配合，摩擦因数低，有较好的抗胶合能力和耐磨性，但强度稍低，适用于一般传动
ZQAl10Fe3 ZQAl1OFe3 Mn2 ZCuZn25A16Fe3Mn3	强度高，与钢螺杆配合摩擦因数较低，抗胶合能力较低。用于重载、低速传动。对于尺寸较大或高速传动，螺母可采用钢或铸铁制造，内孔浇注青铜或巴氏合金
35 球墨铸铁	螺旋副的摩擦因数较高，强度高，用于重载调整螺旋
耐磨铸铁	强度高，用于低速、轻载传动

3. 螺纹副的当量摩擦因数（见表 4-4）

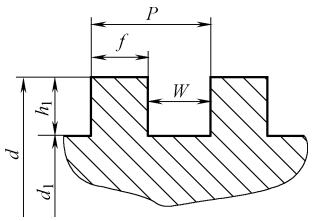
表 4-4 螺纹副的当量摩擦因数（定期润滑）

螺纹副材料	钢对青铜	钢对耐磨铸铁	钢对灰铸铁	钢对钢	淬火钢对青铜
当量摩擦因数	0.08～0.10	0.10～0.12	0.12～0.15	0.11～0.17	0.06～0.08

注：起动时取大值，运转中取小值。

4. 矩形螺纹基本尺寸（见表4-5）

表4-5 矩形螺纹基本尺寸



名 称	公 式
计算小径 d_1	由强度确定
大径 d（公称）	$d=\frac{5}{4}d_1$（取整）
螺距 P	$P=\frac{1}{4}d_1$（取整）
实际牙型高度 h_1	$h_1=0.5P+(0.1-0.2)$
小径 d_1	$d_1=d-2h_1$
牙底宽 W	$W=0.5P+(0.03-0.05)$
牙顶宽 f	$f=P-W$

注：矩形螺纹没有标准化，对于米制矩形螺纹的直径与螺距，可按梯形螺纹直径与螺距选择。

5. 螺杆的长度系数μ（见表4-6）

表4-6 螺杆的长度系数μ

端部支撑情况	长度系数μ	端部支撑情况	长度系数μ
两端固定	0.50	两端不完全固定	0.75
一端固定，一端不完全固定	0.60	两端铰支	1.00
一端铰支，一端不完全固定	0.70	一端固定，一端自由	2.00

4.2.2 滑动螺旋传动的许用应力

1. 滑动螺旋副的许用压强（见表4-7）

表4-7 滑动螺旋副的许用压强［p］

螺杆—螺母材料	滑动速度/（m/min）	许用压强/MPa	螺杆—螺母材料	滑动速度/（m/min）	许用压强/MPa
钢—青铜	低速	18～25	淬火钢—青铜	6～12	10～13
	≤3.0	11～18	钢—铸铁	<2.4	13～18
	6～12	7～10		6～12	4～7
	>15	1～2			

注：1. 表中数值适用于 $\phi=2.5\sim4$mm 的情况。

2. 当 $\phi<2.5$mm 时，可提高20%；如为剖分螺母时，应降低15%～20%。

2. 螺母和螺杆材料的许用应力（见表4-8）

表4-8 螺母和螺杆材料的许用应力

螺旋副	材料	许用应力/MPa		
		［σ］	［σ_b］	［τ］
螺杆	钢	$\sigma_s/(3\sim5)$		
螺母	青铜		40～60	30～40
	耐磨铸铁		50～60	40
	铸铁		45～55	40
	钢		(1.0～1.2)［σ］	0.6［σ］

3. 优质碳素结构钢（见表 4-9）

表 4-9　优质碳素结构钢（摘自 GB/T 699—1999、JB/T 6397—2006）

牌号	标准号	推荐热处理			试件毛坯尺寸/mm	力学性能					钢材交货状态硬度 HBW		特性和用途
		正火	淬火	回火		σ_b	σ_s	δ_5	ψ	$A_{K(U)}$	≤		
						/MPa		(%)		/J			
						≥					未热处理	退火钢	
20	JB/T 6397—2006	正火或正火+回火			≤100	340~470	215	24	53	54	105~156		冷变形塑性高，一般供弯曲、压延用，为获得好的深冲压延伸性能，板材应正火或高温回火。用于不经受很大应力而要求很大韧性的机械零件，如杠杆、轴套、螺钉、起重钩等。还可用于表面硬度高而心部强度要求不大的渗碳与碳氮共渗零件。
					>100~250	320~470	205	23	50	49			
					>250~500	320~470	195	22	45	49			
30	GB/T 699—1999	880	860	600	25	490	295	21	50	63	179		截面尺寸不大时，淬火并回火后呈索氏体组织，从而获得良好的强度和韧性的综合性能。用于制造螺钉、拉杆、轴、套筒、机座等
	JB/T 6397—2006	正火或正火+回火			≤100	410~540	235	20	50	49	120~155		
					>100~250	390~520	225	19	48	39			
					>250~500	390~520	215	18	40	39			
35	GB/T 699—1999	870	850	600	25	530	315	20	45	55	197		有好的塑性和适当的强度，多在正火和调质状态下使用。焊接性能尚可，但焊前要预热，焊后要回火处理，一般不作焊接。用于制造曲轴、转轴、杠杆、连杆、圆盘、套筒、钩环、飞轮、机身、法兰、螺栓、螺母等
	JB/T 6397—2006	正火或正火+回火			≤100	490~630	255	18	43	34	140~172		
					>100~250	150~590	240	17	40	29			
					>250~500	450~590	220	16	27	29			
		调质			≤16	630~780	430	17	35	40	—		
					>16~40	600~750	370	19	40	40	—		
					>40~100	550~750	320	20	45	40	196~241		
					>100~250	490~640	295	22	40	40	189~229		
					>250~500	490~640	275	21	—	38	163~219		

（续）

牌号	标准号	推荐热处理			试件毛坯尺寸/mm	力学性能					钢材交货状态硬度 HBW		特性和用途
						σ_b	σ_s	δ_5	ψ	$A_{K(U)}$			
		正火	淬火	回火		/MPa		（%）		/J	≤		
						≥					未热处理	退火钢	
40	GB/T 699—1999	860	840	600	25	570	335	19	45	47	217	187	有较高强度，加工性良好，塑性中等，焊接性差，焊前需预热，焊后应热处理，多在正火和调质状态下使用，用于制造轴、曲柄销、活塞杆等
	JB/T 6397—2006	正火或正火+回火调质			同本标准35钢								
45	GB/T 699—1999	890	840	600	25	600	355	16	40	39	229	197	强度较高，塑性和韧性尚好，用于制作承受载荷较大的小截面调质件和应力较小的大型正火零件，以及对心部强度要求不高的表面淬火件，如曲轴、传动轴、齿轮、蜗杆、建、销等。水淬时有形成裂纹的倾向，形状复杂的零件应在热水或油中淬火。焊接性差
	JB/T 6397—2006	正火或正火+回火			≤100	570~710	295	14	38	29	170~207		
					>100~250	550~690	280	13	35	24			
					>250~500	550~690	260	12	32	24			
		调质			≤16	700~850	500	14	30	31	—		
					>16~40	650~800	430	16	35	31	—		
					>40~100	630~780	370	17	40	31	207~302		
					>100~250	590~740	345	18	35	31	197~286		
					>250~500	590~740	345	17	—	—	187~255		
50	GB/T 699—1999	830	830	600	25	630	375	14	40	31	241	207	强度高、塑性、韧性较差，切削性中等，焊接性差。水淬时有形成裂纹的倾向。一般在正火、调质状态下使用，用作强度、耐磨性或弹性、动载荷及冲击负荷不大的零件，如齿轮、轧辊、机床主轴、连杆、次要弹簧等
	JB/T 6397—2006	正火或正火+回火调质			同本标准45钢								
55	GB/T 699—1999	820	820	600	25	645	380	13	35		255	217	
60	GB/T 699—1999	810			25	675	400	12	35		255	229	

（续）

牌号	标准号	推荐热处理			试件毛坯尺寸/mm	力学性能					钢材交货状态硬度 HBW		特性和用途
						σ_b	σ_s	δ_5	ψ	$A_{K(U)}$			
		正火	淬火	回火		/MPa		(%)		/J	≤		
						≥					未热处理	退火钢	
20Mn	GB/T 699—1999	910			25	450	275	24	50		197		
30Mn	GB/T 699—1999	880	860	600	25	540	315	20	45	63	217	187	
40Mn	GB/T 699—1999	860	840	600	25	590	355	17	45	47	229	207	在正火或淬火与回火状态下应用。切削加工性好。焊接性不良。用以制造承受疲劳负荷的零件，如轴、滚子及高应力下的工作螺钉、螺母等
45Mn	GB/T 699—1999	850	840	600	25	620	375	15	40	39	241	217	用作受磨损的零件，如转轴、心轴、齿轮、螺栓、螺母等。还可作离合器盘、花键轴、万向节、凸轮轴、曲轴、汽车后轴、地脚螺栓等，焊接性较差
50Mn	GB/T 699—1999	830	830	600	25	645	390	13	40	31	255	217	弹性、强度、硬度均高，多在淬火与回火后应用，在某些情况下也可在正火后应用，焊接性差。用于制造耐磨性要求很高、在高负荷作用下的热处理零件，如齿轮、齿轮轴、摩擦盘和截面在80mm以下的心轴等
60Mn	GB/T 699—1999	810			25	695	410	11	35		269	229	强度高、淬透性较大，脱炭倾向性小，但有过热敏感性，易产生淬火裂纹，并有回火脆性。适宜制造较大尺寸的各种扁、圆弹簧、发条以及其他经受摩擦的农机零件，如犁，切刀等，也可制作轻载汽车离合器弹簧

注：1. 表中所列正火推荐保温时不少于30min，空冷，淬火推荐保温时间不少于30min，水冷，回火推荐保温时间不少于1h。

2. 表中GB/T 699—1999所列力学性能仅适用于截面尺寸不大于80mm的钢材。

3. 标准JB/T 6397—2006所列钢号分1级钢和2级钢（但调质状态不分），本表仅列出1级钢的性能，2级钢用于出口或要求较高的产品。

4. GB/T 699—1999一般适用于直径或厚度≤250mm的优质碳素结构钢棒材，尺寸超出250mm者需供需方共同协商。

4. 合金结构钢（见表4-10）

表4-10 合金结构钢（GB/T 3077—1999、JB/T 6396—2006）

钢号	标准号	热处理					试样毛坯尺寸/mm	力学性能					供应状态硬度HBW 100/3000	特性和用途
		淬火			回火									
	GB/T 3077—1999	第一次淬火	第二次淬火	冷却剂	温度	冷却剂		σ_b	σ_s	δ_5	ψ	A_K		
35Mn2		840		水	500	水	25	835	685	12	45	55	≤207	截面小时与40Cr相当，作载货汽车的各种重要冷镦螺栓及小轴等，表面淬火硬度40～50HRC
45Mn2		840		油	550	水、油	25	885	735	10	45	47	≤217	强度、耐磨性和淬透性均较高，调质后有良好的综合力学性能，也可正火后使用。截面在60mm以下可代替40Cr，表面淬火硬度45～55HRC
35SiMn	GB/T 3077—1999	900		水	570	水、油	25	885	735	15	45	47	≤229	要求低温冲击韧度不高时可替代40Cr作调质件，耐磨及耐疲劳性较好，适合作轴、齿轮及430℃以下的重要紧固件
	JB/T 6396—2006	调质					≤100	785	510	15	45	47	229～286	
							101～300	735	440	14	35	39	217～265	
							301～400	685	390	13	30	35	215～255	
							401～500	635	375	11	28	31	196～255	
20Cr	GB/T 3077—1999	一淬+回火					15（心部）	835	540	10	40	47	退火硬度≤197	用于制造截面小于30mm、形状简单、心部强度和韧性要求较高、表面受磨损的渗碳或氰化件，如齿轮、凸轮、活塞销等，渗碳表面硬度56～62HRC
		二淬+回火					30（心部）	635	390	12	40	47		
		渗碳+淬火+回火					≤60	635	390	13	40	39		
40Cr	GB/T 3077—1999	850		油	520	水、油		980	785	9	45	47	≤207	调质后拥有良好的综合力学性能，是应用广泛的调质钢，用于制造轴类零件及曲轴、曲柄、汽车转向节、连杆、螺栓、齿轮等。表面硬度48～55HRC。截面在50mm以下时，油淬后有较高的疲劳强度，一定条件下可用40MnB、45MnB、35SiMn、42SiMn等代用
	JB/T 6396—2006	调质	≤100	735	540	15	45	39	241～286					
			10～300	685	490	14	45	31	241～286					
			301～500	635	440	10	35	23	229～269					
			501～800	590	345	8	30	16	217～255					
	JB/T 6396—2006	渗碳+淬火+回火					试样毛坯15	1080	835	10	45	55		

5. 碳素结构钢（见表 4-11）

表 4-11　碳素结构钢（GB/T 700—2006）

牌号	等级	力学性能													冲击试验		应用举例
		屈服强度 σ_s/MPa						抗拉强度 σ_b/MPa	断后伸长率 δ_5（%）						温度/℃	V 形冲击吸收功（纵向）/J	
		钢材厚度（直径）/mm							钢材厚度（直径）/mm								
		≤16	>16~40	>40~60	>60~100	>100~150	>150		≤16	>16~40	>40~60	>60~100	>100~150	>150			
		≥							≥							≥	
Q195	—	(195)	(185)	—	—	—	—	315~390	33	32	—	—	—	—	—	—	塑性好，常用其轧制薄板、拉制线材、制钉和焊接钢管
Q215	A	215	205	195	185	175	165	335~410	31	30	29	28	27	26	—	—	金属结构件、拉杆、套圈、铆钉、螺栓、短轴、心轴、凸轮（载荷不大的）、垫圈、渗碳零件及焊接件
	B														20	27	
Q235	A	235	225	215	205	195	185	375~460	26	25	24	23	22	21	—	—	金属结构构件，心部强度要求不高的渗碳或碳氮共渗零件、吊钩、拉杆、套圈、气缸、齿轮、螺栓、螺母、连杆、轮轴、楔、盖及焊接件
	B														20	27	
	C														0		
	D														-20		
Q255	A	255	245	235	225	215	205	410~510	24	23	22	21	20	19	—	—	轴、轴销、制动杆、螺母、螺栓、垫圈、连杆、齿轮以及其他强度较高的零件，焊接性尚可
	B														20	27	
Q275	—	275	265	255	245	235	225	490~610	20	19	18	17	16	15	—	—	

注：括号内的数值仅供参考。

4.3　螺旋传动的设计实例

4.3.1　差动螺旋传动的设计实例

题1：在图4-4所示的差动螺旋传动，固定螺母的导程 $P_{h1}=1.5\text{mm}$，活动螺母的导程 $P_{h2}=2\text{mm}$，螺纹均为左旋。问：当螺杆回转0.5转时，活动螺母的移动距离是多少？移动方向如何？

解：

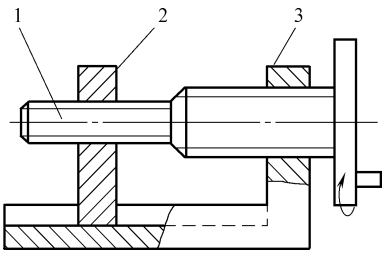


图4-4　差动螺旋传动的设计实例题1图

1—螺杆　2—活动螺母　3—机架

解题分析：图4-4所示为一差动螺旋机构。螺杆1分别与活动螺母2和机架3组成两个螺旋副，机架上为固定螺母，活动螺母不能回转而只能沿机架的导向槽移动。设机架和活动螺母的旋向同为右旋，当如图示方向回转螺杆时，螺杆相对机架向左移动，而活动螺母相对螺杆向右移动，这样活动螺母相对机架实现差动移动，螺杆每转1转，活动螺母实际移动距离为两段螺纹导程之差。如果机架上螺母螺纹旋向仍为右旋，活动螺母的螺纹旋向为左旋，则如图示回转螺杆时，螺杆相对机架左移，活动螺母相对螺杆亦左移，螺杆每转1转，活动螺母实际移动距离为两段螺纹的导程之和。

当螺杆上两螺纹旋向相同时，活动螺母移动距离减小。当机架上固定螺母的导程大于活动螺母的导程时，活动螺母移动方向与螺杆移动方向相同；当机架上固定螺母的导程小于活动螺母的导程时，活动螺母移动方向与螺杆移动方向相反；当两螺纹的导程相等时，活动螺母不动（移动距离为零）。

当螺杆上两螺纹旋向相反时，活动螺母移动距离增大。活动螺母移动方向与螺杆移动方向相同。

在判定差动螺旋传动中活动螺母的移动方向时，应先确定螺杆的移动方向。

差动螺旋传动中活动螺母的实际移动距离和方向，可用公式表示如下：

$$L=N(P_{h1}-P_{h2})$$

式中　L——活动螺母的实际移动距离（mm）；

N——螺杆的回转圈数；

P_{h1}——机架上固定螺母的导程（mm）；

P_{h2}——活动螺母的导程（mm）。

当两螺纹旋向相反时，公式中用“ + ”号，当两螺纹旋向相同时，公式中用“ - ”号。计算结果为正值时，活动螺母实际移动方向与螺杆移动方向相同，计算结果为负值时，活动螺母实际移动方向与螺杆移动方向相反。

本题螺纹均为左旋，用左手判定螺杆向右移动。

1）因为两螺纹旋向相同，活动螺母移动距离为

$$L = N(P_{h1} - P_{h2}) = 0.5(1.5 - 2)\,\text{mm} = -0.25\,\text{mm}$$

2）计算结果为负值，活动螺母移动方向与螺杆移动方向相反，即向左移动了0.25mm。

题 2：图 4-5 所示为应用于微调镗刀上的差动螺旋传动实例，螺杆 1 在Ⅰ和Ⅱ两处均为右旋螺纹，刀套 3 固定在镗杆 2 上，镗刀 4 在刀套中不能回转，只能移动。当螺杆回转时，可使镗刀得到微量移动。如果固定螺母螺纹（刀套）的导程 $P_{h1} = 1.5\,\text{mm}$，活动螺母（镗刀）螺纹的导程 $P_{h2} = 1.25\,\text{mm}$，问：

1）螺杆按图示方向回转 1 转时，镗刀移动多少距离？移动方向如何？

2）如果螺杆圆周按 100 等份刻线，螺杆每转过 1 格，镗刀的实际位移是多少？

解：

1）螺杆按图示方向回转 1 转时，镗刀移动的距离为

$$L = N \times (P_{h1} - P_{h2}) = 1 \times (1.5 - 1.25)\,\text{mm} = +0.25\,\text{mm}$$

移动方向为向右移动。

2）如果螺杆圆周按 100 等份刻线，螺杆每转过 1 格，镗刀的实际位移是

$$L = \frac{1}{100}(1.5 - 1.25)\,\text{mm} = +0.0025\,\text{mm}$$

题 3：图 4-6 所示为一种差动螺旋微调机构。手轮 4 与螺杆 3 固定连接，螺杆与机架 1 的内螺纹组成一螺旋副，导程为 P_{h1}。螺杆以内螺纹与移动螺杆 2 组成另一螺旋副，导程为 P_{h2}。移动螺杆在机架内只能沿导向键左右移动而不能转动。设两螺旋副均为右旋，且 $P_{h1} > P_{h2}$，问：

1）如图示方向回转手轮时移动螺杆的实际位移量是多少？

2）手轮回转角度 φ（rad）时的移动螺杆的实际位移量是多少？

解：

1）如图 4-6 所示方向回转手轮时，螺杆右移，移动螺杆相对螺杆左移，移动螺杆的实际位移量为

$$L = N(P_{h1} - P_{h2})$$

移动方向为右移。

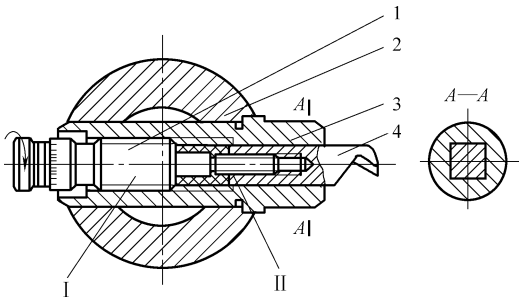


图 4-5 差动螺旋传动的设计实例题 2 图
1—螺杆 2—镗杆 3—刀套 4—镗刀

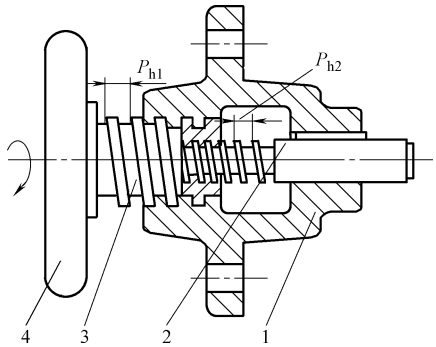


图 4-6 螺旋传动的设计实例题 3 图
1—机架 2—移动螺杆
3—螺杆 4—手轮

2）手轮回转角度 φ（rad）时，移动螺杆的实际位移量是

$$L=\frac{\varphi}{2\pi}(P_{h1}-P_{h2})$$

4.3.2 滑动螺旋传动的设计速查实例

题 4：设计滑动螺旋千斤顶（见图 4-7），要求顶起重物的重量为 $F=40\text{kN}$，最大升起高度 $h'=180\text{mm}$。要求：

1）选择螺杆、螺母材料。
2）设计螺纹中径 d_2。
3）验算螺杆的自锁性。
4）验算螺杆强度。
5）验算螺杆稳定性。
6）设计计算螺母。
7）设计计算手柄。
8）设计计算托杯、底座。
9）计算千斤顶效率。
10）画出螺旋千斤顶的装配图。

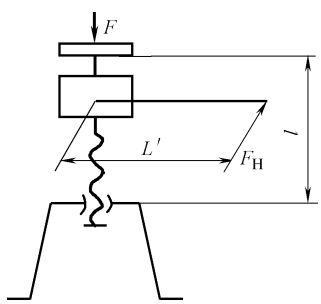


图 4-7 螺旋传动的
设计实例题 4 图

解：

（1）选材

1）螺杆。查表 4-2 螺杆常用材料，因无特殊要求，螺旋千斤顶属于中等精度的一般传动，选择市场供应充足、价格比较便宜的 45 钢，正火处理。

查表 4-8 优质碳素结构钢：假设毛坯尺寸≤100mm，正火处理，则屈服强度 σ_s

$=295\text{MPa}$。

查表 4-8，许用拉应力$[\sigma]=\dfrac{\sigma_s}{s}=\dfrac{\sigma_s}{3\sim5}$，本题取安全系数为 4，则许用拉应力为

$$[\sigma]=\frac{\sigma_s}{s}=\frac{295}{4}\text{MPa}=73.75\text{MPa}$$

2）螺母。查表 4-3 螺母材料及其选用，考虑铸锡青铜 ZCuSn10P1 材料耐磨性好，和钢制螺杆配合摩擦因数低，有较好的抗胶合能力和耐磨性，适用于用于一般传动，因此螺母选用 ZCuSn10P1。

查表 4-7 滑动螺旋的许用压强，因为本题是低速，因此许用比压为 18 ~ 25MPa，本题选 $[p]=18\text{MPa}$。

（2）由耐磨性计算螺纹中径 d_2、旋合圈数 Z 及螺母高度 H'

1）选螺纹牙类型，螺母螺纹牙展开图见图 4-8。因为在传力螺纹中，梯形螺纹具有强度高等优点应用最广，锯齿形螺纹用于单面受力，矩形螺纹由于工艺性较差强度较低等原因应用很少，且没有国家标准，本题选梯形螺纹。

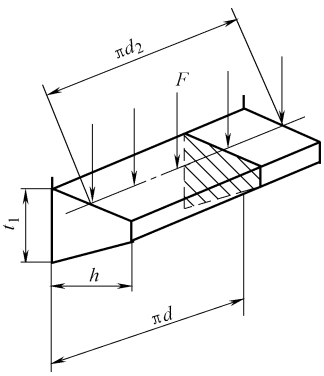


图 4-8　螺母螺纹牙展开图

2）计算螺纹中径 d_2、旋合圈数 Z 及螺母高度 H'。梯形螺纹牙高是螺距的函数，因此查表 1-43 梯形螺纹基本尺寸：得螺纹牙高 $h=0.5P$。螺母厚度系数 ϕ 的取法与螺母的结构有关，对于整体式螺母，磨损后间隙无法调整，系数 ϕ 宜取小值，为 1.2 ~ 2.5；螺母为剖分式，磨损后间隙可调整，则取 2.5 ~ 3.5；传动精度高、要求寿命较长时，允许取 4。本例采用整体式螺母，取 $\phi=1.2$，代入耐磨性公式求出螺杆中径 d_2，即

$$d_2\geqslant\sqrt{\frac{Fp}{\pi\phi h[p]}}=\sqrt{\frac{40000p}{\pi\times1.2\times0.5p\times18}}\text{mm}=34.34\text{mm}$$

查表 1-43 梯形螺纹基本尺寸：本应按中径 35mm 选择外径为 36mm、螺距为 3mm 的梯形螺纹，但是外径为 36mm 的螺纹有三种螺距：3mm、6mm、10mm，究竟选哪种？应查表 1-42 梯形螺纹直径与螺距系列中的直径与螺距的标准组合系列：外径为 36mm 的螺纹与螺距为 6mm 的是标准组合系列。又因为螺距为 6mm、外径为 36mm 的螺纹的中径为 33mm，满足不了本题目的要求，即 $d_2\geqslant34.34\text{mm}$，因此：再查外径为 38mm 的螺纹的中径为 $d_2=34.35\text{mm}$，可以满足强度要求，但却是第二系列；标准中规定：优先选用第一系列，因此，本题选第一系列梯形螺纹：Tr40（$d_2=36.5\text{mm}$），螺距为 $P=7\text{mm}$。

查表1-44 梯形螺纹公差，其中的旋合长度：根据公称直径40mm、螺距7mm、旋合长度≥75mm（因为最大升起高度 $h'=180\text{mm}$，所以旋合长度应须按长的选，即L形）。查公差：因为起重器为一般用途，因此选中等精度。考虑操作方便，选左旋螺纹，用LH表示。综上所述，螺纹副表示为：Tr40×7LH—8H/8e（GB/T 5796.2—2005）。查1-40 梯形螺纹基本尺寸：螺杆螺纹外径 $d=40\text{mm}$，螺距 $P=7\text{mm}$，小径 $d_1=32\text{mm}$，中径 $d_2=36.5\text{mm}$，螺母螺纹大径 $d'=41\text{mm}$。

螺母旋合圈数为：$Z=\dfrac{\phi d_2}{P}=\dfrac{1.2\times 36.5}{7}=6.26$，取 $Z=7$ 圈 <10，所以合适。

螺母高度：$H=Z\times P=7\times 7\text{mm}=49\text{mm}$

（3）自锁性验算

查表4-4 螺纹副当量摩擦因数：钢对青铜 $\mu=0.08\sim 0.10$，取平均值 $\mu=0.09$，则当量摩擦角为

$$\rho_v=\arctan 0.09=5°8'34''$$

螺旋升角为

$$\psi=\arctan\frac{p}{\pi d_2}=\arctan\frac{7}{\pi\times 36.5}=3°29'36''$$

$\psi<\rho_v-1°=4°8'34''$，所以能够自锁。

（4）螺杆强度验算

螺杆受压受扭，用第四强度理论，可求总应力为

$$\sigma=\sqrt{\left(\frac{4F}{\pi d_1^2}\right)^2+3\left(\frac{T_1}{0.2d_1^3}\right)^2}$$

式中的螺纹力矩按下式求得

$$T_1=F\tan(\psi+\rho_v)\times\frac{d_2}{2}$$

$$=40000\times\tan(3°29'36''+5°8'34'')\times\frac{36.5}{2}\text{N}\cdot\text{mm}=110.87\times 10^3\text{N}\cdot\text{mm}$$

$$\sigma=\sqrt{\left(\frac{4\times 40000}{\pi\times 32^2}\right)^2+3\times\left(\frac{110.87\times 10^3}{0.2\times 32^3}\right)^2}\text{MPa}=58\text{MPa}<[\sigma]=73.75\text{MPa}$$

所以螺杆强度满足。

（5）稳定性验算

计算柔度：查表4-6 螺杆长度系数 μ：按下端固定、上端自由，取 $\mu=2$。

l 可按下式估算：$l=h'+\dfrac{H}{2}+d=\left(180+\dfrac{49}{2}+40\right)\text{mm}=245\text{mm}$

所以 $\lambda=\dfrac{4\mu l}{d_1}=\dfrac{4\times2\times245}{32}=61$，因为柔度大于 40，因此应验算稳定性。

对淬火钢螺杆：当 $\lambda>85$ 时，$F_{cr}=\dfrac{\pi^2EI}{(\beta l)^2}$，当 $\lambda<85$ 时，$F_{cr}=\dfrac{490}{1+0.0002\lambda^2}\times\dfrac{\pi d_1^2}{4}$

对不淬火钢螺杆：当 $\lambda>90$ 时，$F_{cr}=\dfrac{\pi^2EI}{(\beta l)^2}$，当 $\lambda<90$ 时，$F_{cr}=\dfrac{340}{1+0.00013\lambda^2}\times\dfrac{\pi d_1^2}{4}$。本题螺杆不淬火且 $\lambda<90$：

所以 $$F_{cr}=\frac{340}{1+0.00013\times61^2}\times\frac{\pi\times32^2}{4}\text{N}=184295\text{N}$$

所以 $$S=\frac{F_{cr}}{F}=\frac{184295}{40000}=4.6>2.5\sim4$$

因此螺杆不会失稳。

（6）螺母设计计算

1）螺纹牙强度计算

①螺纹牙剪切强度。查表 4-8 螺母和螺杆材料的许用应力，螺母的许用切应力 $[\tau]=30\sim40\text{MPa}$，本题取 $[\tau]=30\text{MPa}$。梯形螺纹牙底宽为

$$t_1=0.634P=0.634\times7\text{mm}=4.438\text{mm}$$

剪切强度计算：$\tau=\dfrac{F}{\pi d' t_1 z}=\dfrac{40000}{\pi\times41\times4.438\times7}\text{MPa}=10\text{MPa}<[\tau]=30\text{MPa}$

所以剪切强度足够。

②螺纹牙抗弯强度。查表 4-8 螺母和螺杆材料的许用应力：螺母的许用弯曲应力为 $[\sigma_b]=40\sim60\text{MPa}$ 本题取 $[\sigma_b]=40\text{MPa}$。

查表 1-42 梯形螺纹基本尺寸，梯形牙高 $h=4\text{mm}$。

螺母螺纹牙弯曲强度为

$$\sigma_b=\frac{3Fh}{\pi d' t_1^2 Z}=\frac{3\times400\times4}{\pi\times41\times(0.634\times7)^2\times7}\text{MPa}=27\text{MPa}<[\sigma_b]=40\text{MPa}$$

所以螺母螺纹牙弯曲强度足够。

2） 计算螺母外径 D。为了更好的将螺母固定在底座上，将螺母做成 T 形，也称异形螺母，如图 4-9 所示。螺母螺纹牙受拉和受扭，由第四强度理论可求螺纹牙的总应力，即

$$\sigma=\frac{1.3F}{\dfrac{\pi}{4}(D^2-d'^2)}\leqslant[\sigma_e]$$

从而可得异形螺母外径为

$$D \geqslant \sqrt{\frac{5.2F}{\pi[\sigma_e]} + d'^2}$$

式中螺母螺纹大径 $d'=41\text{mm}$，查表 4-8 螺母和螺杆材料的许用应力，青铜的许用弯曲应力 $[\sigma_b]=40\sim60\text{MPa}$，本题取 $[\sigma_e]=50\text{MPa}$。

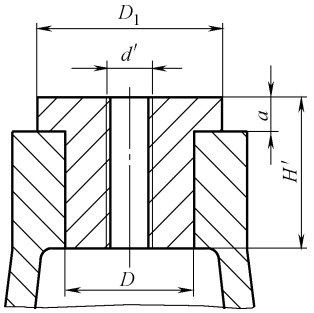


图 4-9　异形螺母简图

由材料力学可知：许用拉应力 $[\sigma_e]=0.83\sigma_b=0.83\times50\text{MPa}=41.5\text{MPa}$，所以异型螺母外径为

$$D \geqslant \sqrt{\frac{5.2F}{\pi[\sigma_e]}} \geqslant \sqrt{\frac{5.2\times40000}{\pi\times41.5}+41^2}\text{mm}=57.24\text{mm}$$

圆整后取 $D=58\text{mm}$。

3）凸缘尺寸计算

①计算凸缘直径 D_1 及厚度 a。由经验公式可求异形螺母各尺寸：$D_1\approx(1.2\sim1.3)D$，$D_1=1.3\times58\text{mm}=75.4\text{mm}$，圆整后取 $D_1=75\text{mm}$。由经验公式求出螺母厚度：$a=\dfrac{H}{3}=\dfrac{49}{3}\text{mm}=16\text{mm}$

②凸缘支承面挤压强度验算。由经验公式得许用挤压应力为

$$[\sigma_P]=(1.5\sim1.7)[\sigma_b]=(1.5\sim1.7)\times40\text{MPa}=(60\sim68)\text{MPa}$$

凸缘支承面挤压强度为

$$\sigma_P=\frac{F}{\dfrac{\pi(D_1^2-D^2)}{4}}=\frac{40000}{\dfrac{\pi(75^2-58^2)}{4}}=23\text{MPa}<[\sigma_P]$$

所以凸缘支承面挤压强度足够。

③凸缘根部抗弯强度验算

$$\sigma_b=\frac{M}{W}=\frac{F\dfrac{1}{4}(D_1-D)}{\dfrac{\pi Da^2}{6}}=\frac{1.5F(D_1-D)}{\pi Da^2}=\frac{1.5\times40000\times(75-58)}{\pi\times58\times16^2}\text{MPa}$$

$$=22\text{MPa}<[\sigma_b]=40\text{MPa}$$

所以凸缘根部抗弯强度足够。

④凸缘根部抗剪强度验算

$$\tau=\frac{F}{\pi Da}=\frac{40000}{\pi\times58\times16}\text{MPa}=14\text{MPa}<[\tau]=30\text{MPa}$$

所以凸缘根部剪切强度足够。

（7）手柄尺寸的计算

1）手柄长度的计算。令手柄的扳动力为 F_H（通常取 200N 左右），手柄长为 L'，扳手力矩为 T，则手柄长度为：$L'=\dfrac{T}{F_H}$，T 为螺纹力矩与托杯支撑面的摩擦力矩之和

$$T=T_1+T_2$$

$$=F\times\tan(\psi+\rho_v)\times\frac{d_2}{2}+\frac{1}{3}\mu F\frac{D_7^3-D_0^3}{D_7^2-D_0^2}$$

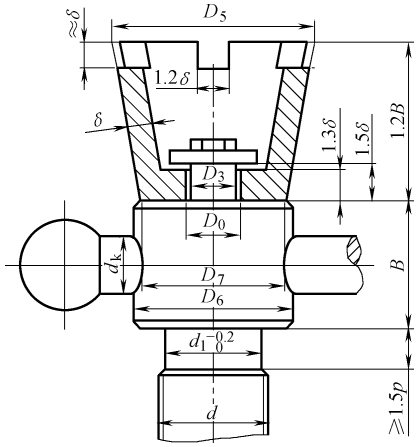


图 4-10　托杯结构简图

式中 μ 由表 4-3 螺纹副的当量摩擦因数：钢对灰铸铁（托杯为 HT200，螺杆头为钢）$\mu=0.12\sim0.15$，本题取 $\mu=0.12$。D 及其他结构尺寸见图 4-10，具体数值可按下列经验公式计算：

$$D_3=(0.6\sim0.7)d,D_6=(1.7\sim1.9)d$$

$$D_5=(2.4\sim2.5)d,D_7=D_6-(2\sim4)$$

$$D_0=D_3+(0.5\sim2),B=(1.4\sim1.6)d$$

取托杯的厚度 $\delta\geqslant10$mm，d 为螺纹公称直径

所以　$D_7=D_6-(2\sim4)=(1.7\sim1.9)\times40-(2\sim4)=(68\sim76)-(2\sim4)$

圆整后取 $D_7=75\text{mm},D_0=(6\sim7)\times40+(0.5\sim2)=25\text{mm}$

$$T=\left[\frac{36.5}{2}40000\tan(3^\circ29'36''+5^\circ8'34'')+\frac{1}{3}\times0.12\times40000\times\frac{75^3-25^3}{75^2-25^2}\right]\text{N}\cdot\text{mm}$$

$$=240873\text{N}\cdot\text{mm}$$

所以手柄长度为

$$L'=\frac{T}{F_H}=\frac{240873}{200}\text{mm}=1204\text{mm}$$

为减小起重器的存放空间，一般取手柄不得大于起重器的高度，可取 $L=600$mm，使用时加套管。

2）手柄直径的计算。手柄材料：因为没有特殊要求，因此选用普通碳素钢，本题选择 Q255，查表 4-14，假设手柄直径在 6～40mm，查得 $\sigma_s=245$MPa，取安全系数为 2，许用弯曲应力为

$$[\sigma_b]=\frac{245}{2}=122.5\text{Pa}$$

手柄直径可按抗弯强度设计，即

$$\sigma_b = \frac{M}{W} = \frac{F_H L'}{\frac{\pi}{32} d_k^3} \leqslant [\sigma_b]$$

所以　　$$d_k \geqslant \sqrt[3]{\frac{F_H L'}{0.1[\sigma_b]}} = \sqrt[3]{\frac{200 \times 1204}{0.1 \times 122.5}} \text{mm} = 26.99\text{mm}$$

圆整后取 $d_k = 28\text{mm}$

（8）托杯、底座等结构尺寸的确定

1）托杯设计。选托杯材料：因为托杯受压，选择灰铸铁 HT200，由经验公式：

$$[P] = (0.4 \sim 0.5)\sigma_b = (0.4 \sim 0.5) \times 200\text{MPa} = (80 \sim 100)\text{MPa}$$

托杯结构尺寸可参看图 4-11 及其他有关设计资料确定。

由图 4-11 托杯下端面挤压强度为

$$p_{压} = \frac{F}{\frac{\pi(D_7^2 - D_0^2)}{4}} = \frac{40000}{\frac{\pi(75^2 - 25^2)}{4}}\text{MPa}$$

$$= 10.18 < [p] = 80\text{MPa}$$

所以托杯强度足够。

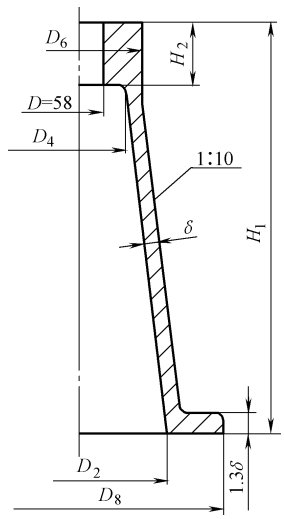


图 4-11　托杯、底座结构简图

2）底座设计。因为托杯受压，选择灰铸铁 HT200，如图 4-11 所示：取底座斜度为 1:10，则有

$$\frac{\frac{1}{2}(D_2 - D)}{H_1} = \frac{1}{10}$$

所以　　$$D_2 = \frac{2H_1}{10} + D = \left(\frac{2 \times 10}{10} + 58\right)\text{mm} = 98\text{mm}$$

圆整后取 $D_2 = 100\text{mm}$

直径 D_8 由底座挤压强度确定

$$\sigma_p = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(D_8^2 - D_2^2)} \leqslant [\sigma_p]$$

如底面为混凝土或木材时，取 $[\sigma_p] = 2\text{MPa}$，则

$$D_8 \geqslant \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma_p]} + D_2^2} = \sqrt{\frac{4 \times 40000}{\pi \times 2} + 100^2}\text{mm} = 188.3\text{mm}$$

圆整后取 $D_8 = 190\text{mm}$

其他尺寸可用下列经验公式确定：

$H_1 = h + (15 \sim 20)$，$D_4 = D + (5 \sim 10)$，$D_6 = 1.4D$，$H_2 = H' - a$，$\delta = (8 \sim 10)\text{mm}$

上述经验公式计算所得结构尺寸均应圆整。

（9）效率计算

$$\eta=\frac{FP}{2\pi T}=\frac{40000\times7}{2\pi\times200\times1204}=18.5\%$$

（10）螺旋千斤顶装配图

装配图可参看图 4-12。

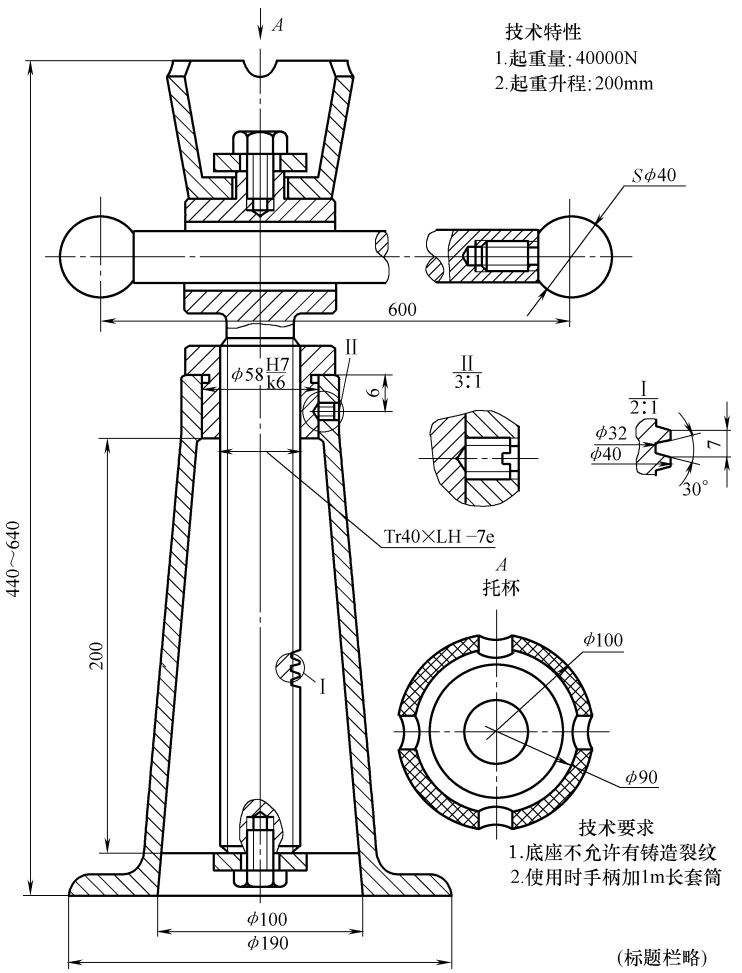


图 4-12　螺旋千斤顶装配简图

关于结构设计等的补充说明：

1）螺母与底座的配合常用$\frac{H8}{h7}$或$\frac{H11}{h11}$、$\frac{H7}{k6}$等。

2）为防止螺母转动，应设紧定螺钉，直径常取 M6～M12，根据举重量大小决定。

3）为防止托杯脱落和螺杆旋出螺母，在螺杆上、下两端安装安全挡圈。

4）连接螺钉、挡圈、手球等的规格尺寸按结构需要选取或设计。

5）为了减少摩擦、磨损及托杯工作时不转动，螺旋副及托杯与螺杆的接触面均需润滑。

6）装配图尺寸标注应包括特性尺寸（如最大起重高度）、安装尺寸、外形尺寸（总长、总宽、总高）和配合尺寸等。

7）图面应注明技术特性及技术要求。

8）图样规格应符合制图规定，绘图要按国家标准，标题栏和明细表的格式应符合要求。

参 考 文 献

[1] 于惠力，等. 机械设计［M］. 北京：科学出版社，2007.
[2] 于惠力，等. 机械设计课程设计［M］. 北京：科学出版社，2007.
[3] 于惠力，等. 机械零部件设计禁忌［M］. 北京：机械工业出版社，2006.
[4] 于惠力，等. 机械设计学习指导［M］. 北京：科学出版社，2008.
[5] 于惠力，等. 连接零部件设计实例精解［M］. 北京：机械工业出版社，2009.
[6] 于惠力，等. 传动零部件设计实例精解［M］. 北京：机械工业出版社，2009.
[7] 于惠力，等. 轴系零部件设计实例精解［M］. 北京：机械工业出版社，2009.
[8] 濮良贵，等. 机械设计［M］. 8 版. 北京：高等教育出版社，2006.
[9] 邱宣怀，等. 机械设计［M］. 4 版. 北京：高等教育出版社，2003.
[10] 王黎钦，等. 机械设计［M］. 4 版. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，2008.
[11] 宋宝玉，等. 机械设计课程设计［M］. 哈尔滨：哈尔滨工业大学出版社，2006.
[12] 陈铁鸣. 新编机械设计课程设计图册［M］. 北京：高等教育出版社，2003.
[13] 杨可桢，等. 机械设计基础［M］. 5 版. 北京：高等教育出版社，2006.
[14] 吴宗泽，等. 机械设计学习指南［M］. 北京：机械工业出版社，2005.
[15] 范厚军. 紧固件手册［M］. 北京：电子工业出版社，2007.
[16] 凌武宝. 可拆卸联接设计与应用［M］. 北京：机械工业出版社，2006.
[17] 成大先. 机械设计手册：第 2 卷［M］. 北京：化学工业出版社，2008.
[18] 王健石. 机械通用零部件选用手册［M］. 北京：中国电力出版社，2008.
[19] 中国标准出版社. 新编国家标准机械制图应用示例图册［M］. 北京：中国标准出版社，1996.
[20] 现代机械传动手册编委会. 现代机械传动手册［M］. 2 版. 北京：机械工业出版社，2002.
[21] 中国机械工程学会，中国机械设计大典编委会. 中国机械设计大典［M］. 南昌：科学技术出版社，2002.
[22] 吴宗泽. 机械设计师手册［M］. 北京：机械工业出版社，2002.
[23] 张黎骅，等. 新编机械设计手册［M］. 北京：人民邮电出版社，2008.

ISBN 978-7-111-32476-8
策划编辑：黄丽梅
封面设计：赵颖喆

上架指导：工业技术／机械工程／机械设计



地址：北京市百万庄大街22号
电话服务
社服务中心：(010)88361066
销 售 一 部：(010)68326294
销 售 二 部：(010)88379649
读者服务部：(010)68993821
邮政编码：100037
网络服务
门户网：http://www.cmpbook.com
教材网：http://www.cmpedu.com
封面无防伪标均为盗版

定价：49.00元